

**АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL
OF APPLIED AND
FUNDAMENTAL RESEARCH**

Журнал основан в 2007 году
The journal is based in 2007
ISSN 1996-3955

Двухлетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,731

№ 2 2018

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,460

Научный журнал
Scientific journal

Журнал International Journal of Applied and Fundamental Research (Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований) зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий, и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС 77-60735.

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru

The electronic version takes places on a site www.rae.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

к.м.н. Н.Ю. Стукова

Ответственный секретарь

к.м.н. М.Н. Бизенкова

EDITOR

Natalia Stukova

Senior Director and Publisher

Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.б.н., проф. Абдуллаев А. (Душанбе); к.б.н. Алиева К.Г. (Махачкала); д.х.н., к.ф.-м.н., проф. Алоев В.З. (Чегем-2); д.б.н., проф. Андреева А.В. (Уфа); к.географ.н., доцент Аничкина Н.В. (Липецк); к.ф.-м.н. Барановский Н.В. (Томск); д.б.н., доцент Белых О.А. (Иркутск); д.т.н., проф. Бурмистрова О.Н. (Ухта); д.т.н., доцент Быстров В.А. (Новокузнецк); д.м.н., проф. Гарбуз И.Ф. (Тирасполь); д.ф.-м.н., проф. Геворкян Э.А. (Москва); д.х.н., проф. Гурбанов Г.Р. (Баку); д.ветеринар.н., доцент Ермолина С.А. (Киров); к.т.н. Есенаманова М.С. (Атырау); к.ф.-м.н., д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.м.н. Жураковский И.П. (Новосибирск); д.т.н., доцент Ибраев И.К. (Темиртау); к.т.н., доцент Исмаилов З.И. (Баку); д.б.н., с.н.с. Кавцевич Н.Н. (Североморск); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.б.н. Кокорева И.И. (Алматы); д.г.-м.н., доцент Копылов И.С. (Пермь); к.б.н., доцент Коротченко И.С. (Красноярск); к.с.-х.н., доцент Кряжева В.Л. (Нижний Новгород); д.ф.-м.н., доцент Кульков В.Г. (Волжский); д.б.н. Ларионов М.В. (Балашов); д.б.н., к.с.-х.н., доцент Леонтьев Д.Ф. (Иркутск); д.географ.н., к.б.н., проф. Луговской А.М. (Москва); д.г.-м.н., с.н.с. Мельников А.И. (Иркутск); д.т.н., проф. Несветаев Г.В. (Ростов-на-Дону); д.с.-х.н. Никитин С.Н. (п. Тимирязевский); д.фарм.н., доцент Олешко О.А. (Пермь); д.с.-х.н., с.н.с., проф. Партоев К. (Душанбе); к.п.н., доцент Попова И.Н. (Москва); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.м.н., с.н.с., доцент Розыходжаева Г.А. (Ташкент); д.г.-м.н. Сакиев К.С. (Бишкек); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ветеринар.н., проф. Трефилов Б.Б. (Санкт-Петербург); д.м.н., проф. Чарышкин А.Л. (Ульяновск); д.географ.н., проф. Чодураев Т.М. (Бишкек); д.б.н., проф. Шалпыков К.Т. (Бишкек); к.х.н. Шарифуллина Л.Р. (Москва); д.п.н., проф. Щирин Д.В. (Санкт-Петербург)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

Журнал представлен в ведущих библиотеках страны и является рецензируемым.

Журнал представлен в НАУЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКЕ (НЭБ) –
головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и имеет импакт-фактор Российского индекса научного цитирования (ИФ РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,731.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,460.

Учредитель, издательство и редакция:
НИЦ «Академия Естествознания»,
почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47.

ISSN 1996-3955

Тел. редакции – 8-(499)-704-13-41
Факс (845-2)- 47-76-77

E-mail: edition@rae.ru

Зав. редакцией Т.В. Шнуровозова
Техническое редактирование и верстка Л.М. Митронова
Корректор Е.С. Галенкина

Подписано в печать 14.03.2018
Дата выхода номера 14.04.2018

Формат 60x90 1/8
Типография
НИЦ «Академия Естествознания»
410035, г. Саратов,
ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 28,13
Тираж 500 экз.
Заказ МЖПиФИ 2018/2

© НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

ОЦЕНКА НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ МОЛОКА МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА <i>Айтчанов Б.Х., Алдибекова А.Н.</i>	11
ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА И СТРУКТУРУ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ <i>Байджанов Д.О., Хан М.А., Садирбаева А.М., Икшиева А.О., Дивак Л.А.</i>	17
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОАГУЛЯНТОВ И ФЛОКУЛЯНТОВ В ПРОЦЕССЕ КОАГУЛИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД <i>Качалова Г.С.</i>	23
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРБОАГРЕГАТА <i>Лёгкий А.Д., Злобин В.Н.</i>	28
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ МАСШТАБИРОВАННЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРУБ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЮНИНГЕ АВТОМОБИЛЕЙ <i>Мустафаев И.С., Чубенко Е.Ф.</i>	33
ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ОТХОДОВ КОМБИНАТА «ТУВАКОБАЛЪТ» <i>Очур-оол А.П., Кысыыдак А.С., Оолакай З.Х.</i>	38
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТИПОВ И ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РЫХЛИТЕЛЯ-ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ПОЧВЫ РВП-4 <i>Рзалиев А.С., Грибановский А.П., Голобородько В.П., Бекмухаметов Ш.Б., Сопов Ю.В., Суюндуков А.А.</i>	43
СОСТАВ ТЕРМОСТОЙКОЙ ПЕНЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРСКОЙ ВОДЫ КРАСНОГО МОРЯ <i>Тайсумов Х.А.</i>	49
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТЧИКОВ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ <i>Тлембаев А.А., Даненова Г.Т., Коккоз М.М.</i>	53
ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХКОЛЕСНОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА <i>Филатов И.А.</i>	59

Физико-математические науки

РЕНТГЕНОВСКИЕ ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ СПЕКТРЫ И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА АНАТАЗА, ДОПИРОВАННОГО ФОСФОРОМ <i>Коротин М.А., Гаврилов Н.В., Чолах С.О., Курмаев Э.З.</i>	65
НОВЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА НЕЛИНЕЙНЫХ ОДНОМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНЫХ ТЕЛ <i>Мусабаев Т.Т., Каюпов Т., Сейлханова Д.К.</i>	70

Химические науки

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИТАНОВЫХ ОСНОВ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ АНОДОВ В УСЛОВИЯХ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ СЕРНОКИСЛЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ <i>Бачаев А.А., Пачурин Г.В., Смирнова В.М., Иванова О.М.</i>	76
--	----

СИНТЕЗ И ПРОТИВОВИРУСНАЯ АКТИВНОСТЬ 1-(БЕНЗОИЛБЕНЗИЛ)ПРОИЗВОДНЫХ
5-(ФЕНИЛАМИНО)УРАЦИЛА

Озеров А.А., Новиков М.С. 81

Медицинские науки

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НОВОГО ИММОБИЛИЗОВАННОГО
СИНБИОТИКА «ЛВ-КОМПЛЕКС Л» НА ЖИВОТНЫХ

Белова И.В., Точилина А.Г., Соловьева И.В., Жиленкова О.Г., Мелихова А.В.,
Беляева Е.В., Ермолина Г.Б., Борискина Е.В., Жирнов В.А., Иванова Т.П. 85

НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ПОЗДНИХ ОСЛОЖНЕНИЙ
ПРИ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ У ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВЫХ БОЛЬНЫХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСТНЫХ ВАСКУЛЯРИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ

Вавилов В.Н., Калакуцкий Н.В., Петропавловская О.Ю., Садилина С.В. 90

ЗНАЧЕНИЕ ХЕМОКИНА IP-10(CXCL-10) В ДИАГНОСТИКЕ ТУБЕРКУЛЕЗА
НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ

Дудченко А.В., Авербах М.М. (мл.), Карпина Н.Л. 95

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА САЛСОКОЛЛИНА
В КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ В АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЕ
У РАБОЧИХ ЗАВОДА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Карабалин С.К., Монгол А., Бабишева Р.Ш.,
Тойшибекова Ж.П., Макаров М.Б., Бекходжаева А.Т. 99

ЧАСТИЧНАЯ ДУПЛИКАЦИЯ ДЛИННОГО ПЛЕЧА ХРОМОСОМЫ 15 У ДЕВОЧКИ
С ВРОЖДЕННЫМ ПОРОКОМ СЕРДЦА, ЭНУРЕЗОМ, ЭНКОПРЕЗОМ, СНИЖЕННЫМ
ИНТЕЛЛЕКТОМ И МИКРОАНОМАЛИЯМИ РАЗВИТИЯ: НЕОБХОДИМОСТЬ
ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Кравец В.С., Ворсанова С.Г., Юров Ю.Б., Васин К.С., Боченков С.В., Юров И.Ю. 104

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «МЕТФОРМИН»
В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Муракова Г.Р., Родина О.П., Моисеева И.Я., Водопьянова О.А., Панина Е.С. 111

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ОСТЕОПОРОЗА В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ
И ЕГО РАННЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ

Положаева И.В., Алиякпаров М.Т. 115

ГЕСТАЦИОННЫЙ ПИЕЛОНЕФРИТ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ: ЧАСТОТА И ПРОГНОЗ

Самигуллина А.Э., Отогонова Ж.К. 121

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ И УМСТВЕННАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ДЕТЕЙ
В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЫ

Ткачук Е.А., Мыльникова И.В. 127

Биологические науки

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КУПЫРЯ БУТЕНЕЛИСТНОГО
(ANTHRISCUS CEREFOLIUM (L.) NOFFM.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В РЕГИОНЕ
КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Вдовенко-Мартынова Н.Н., Безроднова Е.И., Круглая А.А., Соромытько Ю.В. 132

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ РАКОВЫХ КЛЕТОК
СЕМЕННИКОВ МЫШИ И ЭКСПРЕССИЮ мРНК СЕЛЕНОПРОТЕИНОВ SELV
(SELENOPROTEIN V), TGR (THIOREDOXIN-GLUTATHION REDUCTASE)
И GPX4 (GLUTATHION PEROXIDASE 4) В НИХ

Гольтяев М.В., Варламова Е.Г. 137

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ СИЛЫ ЦЕЛИ
БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ НА ЧАСТОТЕ 200 КГЦ

Макаров М.М., Дегтев А.И., Ханаев И.В., Кучер К.М.,
Смолин И.Н., Небесных И.А., Аношко П.Н., Дзюба Е.В. 142

Сельскохозяйственные науки

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ

Жарова Т.Ф. 147

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ
МНОГОЛЕТНЕЙ ЗАЛЕЖИ

Журлов О.С., Грудинин Д.Г., Яковлев И.Г. 152

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА, НАРАСТАНИЕ
ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПИГМЕНТНАЯ СИСТЕМА КУЛЬТУРНЫХ
СОРТОВ ЯБЛОНИ (MALUS DOMESTICA BORKH.) ЮЖНОГО КЫРГЫЗСТАНА

Тургумбаев К.Т. 157

Науки о Земле

РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА АТЫРАУ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Есенаманова М.С., Есенаманова Ж.С., Абуова А.Е.,
Наукеев Н.У., Дюсупов Е.Е., Хамитова И.Т. 161

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Салова Т.Ю., Громова Н.Ю. 165

Педагогические науки

ИЗУЧЕНИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ РЕГИОНА
ВО ВРЕМЯ УЧЕБНО-ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ

Абдыкапарова А.О. 170

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ RBL (RESEARCH BASED LEARNING)
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА КАФЕДРЕ ДЕТСКИХ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Бегайдарова Р.Х., Стариков Ю.Г., Алиынбекова Г.К.,
Девдариани Х.Г., Дюсембаева А.Е., Золотарева О.А., Насакаева Г.Е. 175

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ФОРМИРОВАНИИ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
У СТУДЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВУЗА

Марчук С.А. 180

ИНОЯЗЫЧНЫЕ НАВЫКИ КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННОГО МУЗЫКАНТА

Трутнев А.Ю., Котенко А.С. 186

Психологические науки

ОСОБЕННОСТИ СУПРУЖЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ И ЛИЧНОСТИ ЖЕНЩИН
С ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Котова М.А., Сурьянинова Т.И. 192

Юридические науки

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОСНОВ
МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Айтахунов Б.К., Исмаилбеков М.С., Рысмендеев Б.Дж. 197

НАУЧНЫЙ ОБЗОР**Медицинские науки**ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ВОРСИНЧАТОГО ДЕРЕВА ПЛАЦЕНТЫ*Низяева Н.В.* 202

РОЛЬ АЛКОГОЛЯ В РАЗВИТИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛАЦЕНТЫ

Щеголев А.И., Туманова У.Н. 208**Филологические науки**ВАЛИДНОСТЬ НАНО В ЛИНГВИСТИКЕ: НАНОЛИНГВИСТИКА – АКАДЕМИЧЕСКАЯ
НАУКА ИЛИ ФРИК-ЛИНГВИСТИКА*Червякова Л.Д.* 213**Химические науки**

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ

Романко О.И., Елисеева Е.А. 221

CONTENTS
Technical sciences

ESTIMATION OF THE ADJUSTMENT PARAMETERS OF THE FREQUENCY-IMPULSE STABILIZATION SYSTEM (FISS) OF THE MAGNETIC FIELDS TENSIONS IN THE PROCESSING OF MILK BASED ON METHOD OF THE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE <i>Aytchanov B.Kh., Aldibekova A.N.</i>	11
THE EFFECT OF THE COMPLEX ADDITIVE ON THE TIMING OF THE SETTING OF THE CEMENT PASTE AND THE STRUCTURE OF THE CEMENT STONE <i>Baydzhанov D.O., Khan M.A., Sadirbaeva A.M., Ikisheva A.O., Divak L.A.</i>	17
USE OF MODERN COAGULANTS AND FLOCCULANTS IN THE PROCESS OF WASTE WATER COAGULATION <i>Kachalova G.S.</i>	23
INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF THE TOURBOAT <i>Legkiy A.D., Zlobin V.N.</i>	28
SOME ISSUES OF THE CONSTRUCTION OF SCALE AERODYNAMIC PIPES AND THE PROSPECTS OF THEIR APPLICATION IN TUNING OF VEHICLES <i>Mustafaev I.S., Chubenko E.F.</i>	33
EFFECT OF MECHANICAL ACTIVATION ON THERMAL WASTE TREATMENT PLANT «TOUCHBALL» <i>Ochur-ool A.P., Kysyydak A.S., Oolakay Z.Kh.</i>	38
DETERMINATION OF OPTIMAL TYPES AND PARAMETERS FOR WORK TOOLS OF RVP-4 SOIL RIPPER-LEVELER <i>Rzaliev A.S., Gribovskiy A.P., Goloborodko V.P., Bekmukhametov Sh.B., Sopov Yu.V., Suyundukov A.A.</i>	43
CONTAINING THERMAL-RESISTANT FOAM FOR PREVENTION AND FIRE EXTINGUISHING WITH THE USE OF SEA WATER OF THE RED SEA <i>Taysumov Kh.A.</i>	49
RESEARCH OF SOFTWARE TOOLS OF DEVELOPERS OF MOBILE APPLICATIONS <i>Tlembaev A.A., Danenova G.T., Kokkoz M.M.</i>	53
DESIGN TWO-WHEELED URBAN VEHICLE <i>Filatov I.A.</i>	59

Physical and mathematical sciences

X-RAY PHOTOELECTRON SPECTRA AND ELECTRONIC STRUCTURE OF ANATASE DOPED BY PHOSPHORUS <i>Korotin M.A., Gavrilov N.V., Cholakh S.O., Kurmaev E.Z.</i>	65
NEW METHODS FOR CALCULATING NONLINEAR ONE-DIMENSIONAL HEAT CONDUCTIVITY PROBLEMS FOR CHEMICALLY INHOMOGENEOUS BODIES <i>Musabaev T.T., Kayupov T., Seylkhanova D.K.</i>	70

Chemical sciences

CHARACTERISTICS OF TITANIUM BASES FOR COMPOSITE ANODES IN CONDITIONS OF REGENERATION OF SULFURED SULFURONE ELECTROLYTES <i>Bachaev A.A., Pachurin G.V., Smirnova V.M., Ivanova O.M.</i>	76
---	----

 SYNTHESIS AND ANTIVIRAL ACTIVITY OF 1-(BENZOYLBENZYL) 5-(PHENYLAMINO) URACIL DERIVATIVES

Ozerov A.A., Novikov M.S. 81

Medical sciences

THE RESULTS OF «LB-COMPLEX L» IMMOBILIZED SYNBIOTIC SAFETY STUDY IN ANIMALS

Belova I.V., Tochilina A.G., Soloveva I.V., Zhilenkova O.G., Melikhova A.V., Belyaeva E.V., Ermolina G.B., Boriskina E.V., Zhirnov V.A., Ivanova T.P. 85

SOME FACTORS OF LATE COMPLICATIONS IN RECONSTRUCTIVE INTERVENTIONS IN MANDIBULAR PATIENTS USING BONE VASCULARIZED GRAFTS

Vavilov V.N., Kalakutskiy N.V., Petropavlovskaya O.Yu., Sadilina S.V. 90

IMPORTANCE OF CHEMOKINE IP-10 (CXCL-10) IN DIAGNOSIS OF TUBERCULOSIS AT THE LATE STAGE OF HIV INFECTION

Dudchenko A.V., Averbakh M.M. (jr.), Karpina N.L. 95

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE DRUG SALSOKOLLIN IN THE CORRECTION OF DISTURBANCES IN THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN WORKERS OF THE PLANT OF MINERAL FERTILIZERS

Karabalin S.K., Mongol A., Babisheva R.Sh., Toyshibekova Zh.P., Makarov M.B., Bekkhodzhaeva A.T. 99

PARTIAL DUPLICATION OF CHROMOSOME 15Q IN A RETARDED GIRL WITH HEART MALFORMATION, ENURESIS, ENCOPRESIS AND MICROANOMALIES: NECESSITY OF CONTEMPORARY MOLECULAR-CYTOGENETIC METHODS

Kravets V.S., Vorsanova S.G., Yurov Yu.B., Vasin K.S., Bochenkov S.V., Iourov I.Yu. 104

EXPERIENCE OF PRACTICAL USING OF «METFORMIN» FOR PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Murakova G.R., Rodina O.P., Moiseeva I.Ya., Vodopyanova O.A., Panina E.S. 111

THE URGENCY OF THE PROBLEM OF OSTEOPOROSIS AT A YOUNG AGE AND ITS EARLY MODERN DIAGNOSIS

Polozhaeva I.V., Aliyakparov M.T. 115

GESTATIONAL PYELONEPHRITIS IN THE KYRGYZ REPUBLIC: FREQUENCY AND PREDICTION

Samigullina A.E., Otogonova Zh.K. 121

INTELLECTUAL DEVELOPMENT AND MENTAL PERFORMANCE OF CHILDREN IN A MODERN SCHOOL ENVIRONMENT

Tkachuk E.A., Mylnikova I.V. 127

Biological sciences

MORPHOLOGICAL-ANATOMIC STUDY OF ANTHRISCUS CEREFOLIUM ((L.) HOFFM.) IN THE CAUCASIAN MINERAL WATER REGION

Vdovenko-Martynova N.N., Bezrodnova E.I., Kruglaya A.A., Soromytko Yu.V. 132

INFLUENCE OF SODIUM SELENITE ON THE VIABILITY OF MICE TESTICLE CANCER CELLS AND THE EXPRESSION OF mRNA OF SELV (SELENOPROTEIN V), TGR (THIOREDOXIN-GLUTATHION REDUCTASE) И GPX4 (GLUTATHION PEROXIDASE 4) IN THEM

Goltyaev M.V., Varlamova E.G. 137

EXPERIMENTAL STUDIES FOR MEASURING THE TARGET STRENGTH
OF THE BAIKALIAN OMUL AT THE FREQUENCY OF 200 KHZ

*Makarov M.M., Degtev A.I., Khanaev I.V., Kucher K.M.,
Smolin I.N., Nebesnykh I.A., Anoshko P.N., Dzyuba E.V.* 142

Agricultural sciences

ECONOMIK AND POWER EFFICIENCY OF TILL OF PREDECESSORS
IS IN THE FIELD CROP ROTATIONS

Zharova T.F. 147

VARIABILITY IN THE PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF FALLOW LAND

Zhurlov O.S., Grudin D.G., Yakovlev I.G. 152

DYNAMICS OF CHANGES IN PHOTOSYNTHESIS PRODUCTIVITY, GROWING
OF LEAF SURFACE AREA, AND PIGMENT SYSTEM OF APPLE TREE CULTIGEN
(MALUS DOMESTIKA BORKH) IN SOUTH KYRGYZSTAN

Turgunbaev K.T. 157

Earth sciences

RADIATION CONTROL OF THE SELITABLE ZONE OF THE CITY OF ATYRAU
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

*Esenamanova M.S., Esenamanova Zh.S., Abuova A.E.,
Naukeev N.U., Dyusupov E.E., Khamitova I.T.* 161

EVALUATION OF TECHNOGENIC RISK OF ENERGY SYSTEMS

Salova T.Yu., Gromova N.Yu. 165

Pedagogical sciences

THE STUDY OF INVERTEBRATES IN THE REGION AT THE TIME
OF TRAINING AND FIELD PRACTICE

Abdykparova A.O. 170

THE RBL (RESEARCH BASED LEARNING) METHODOLOGY IS IN THE EDUCATIONAL
PROCESS AT THE CHAIR OF CHILDREN'S INFECTIOUS DISEASES

*Begaydarova R.Kh., Starikov Yu.G., Alshynbekova G.K.,
Devdariani Kh.G., Dyusembaeva A.E., Zolotareva O.A., Nasakaeva G.E.* 175

PHYSICAL CULTURE IN THE FORMATION OF CULTURAL COMPETENCES
IN STUDENTS OF RAILWAY UNIVERSITY

Marchuk S.A. 180

FOREIGN LANGUAGE SKILLS AS AN OPTIMIZATION FACTOR OF THE MODERN
MUSICIAN'S PROFESSIONAL ACTIVITES

Trutnev A.Yu., Kotenko A.S. 186

Psychological sciences

THE PECULIARITIES OF THE SPOUSE RELATIONS AND THE PERSONALITY
OF WOMEN WITH GYNECOLOGICAL DISEASES

Kotova M.A., Suryaninova T.I. 192

Legal sciences

SOME PECULIARITIES OF FINANCIAL AND ECONOMIC BASIS OF LOCAL
SELF-GOVERNMENT IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Aytakhunov B.K., Ismailbekov M.S., Rysmendeev B.D. 197

SCIENTIFIC REVIEW**Medical sciences**HISTOLOGICAL CRITERIA OF THE INFLAMMATORY DISEASES
OF THE PLACENTAL VILLUS TREE*Nizyaeva N.V.* 202THE ROLE OF ALCOHOL IN THE OCCURRENCE OF DAMAGE
TO THE PLACENTES*Shchegolev A.I., Tumanova U.N.* 208**Philological sciences**VALIDITY OF NANO IN LINGUISTICS: IS NANOLINGUISTICS
ACADEMIC OR FREAK LINGUISTICS*Chervyakova L.D.* 213**Chemical sciences**

CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF POLYMER SYNTHESIS

Romanko O.I., Eliseeva E.A. 221

УДК 539.143.43:[681.5+637.07]

ОЦЕНКА НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ МОЛОКА МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

¹Айтчанов Б.Х., ²Алдибекова А.Н.

¹Университет имени Сулеймана Демиреля, Алматы, e-mail: bekait@rambler.ru;

²Алматинский технологический университет, Алматы, e-mail: aitkul_86@mail.ru

В данной статье рассматривается система управления качеством молока при его обработке магнитным полем, использующего метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Разработана трехуровневая автоматизированная система управления, состоящая из системы омагничивания молока, системы контроля качества молока с ЯМР-датчиком, частотно-импульсной системы стабилизации (ЧИСС) напряженности магнитного поля. В работе особое внимание уделяется параметрическому синтезу ЧИСС напряженности магнитного поля, включающему предварительное структурное преобразование динамического частотно-импульсного модулятора, формирование математических моделей системы и оценку оптимальных настроечных параметров ЧИСС напряженности магнитного поля. Фильтр частотно-импульсного модулятора ЧИСС реализован в виде аperiodического звена 2 порядка. Математические модели ЧИСС напряженности магнитного поля построены в классе функциональных рядов Вольтерра. Полученные в работе нелинейные и статистически линеаризованные математические модели частотно-импульсной системы стабилизации ЧИСС напряженности магнитного поля позволили оценить настроечные параметры системы, а также служат основой для построения математических моделей динамической частотно-импульсной системы управления производством и качества молочной продукции, которые позволяют в дальнейшем разработать различные по точности и трудоемкости вычислительных процедур методы анализа и синтеза данного класса систем управления.

Ключевые слова: частотно-импульсный модулятор, математическая модель, контроль качества, магнитная обработка

ESTIMATION OF THE ADJUSTMENT PARAMETERS OF THE FREQUENCY-IMPULSE STABILIZATION SYSTEM (FISS) OF THE MAGNETIC FIELDS TENSIONS IN THE PROCESSING OF MILK BASED ON METHOD OF THE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE

¹Aytchanov B.Kh., ²Aldibekova A.N.

¹Suleyman Demirel University, Almaty, e-mail: bekait@rambler.ru;

²Almaty Technological University, Almaty, e-mail: aitkul_86@mail.ru

This article deals to the milk's quality control system when its processing by usage nuclear magnetic resonance (NMR) method. There was developed a three-level automated control system, which consist of the milk demagnetization system, a quality control system with an NMR sensor, a frequency-pulse stabilization system (FPSS) of the magnetic fields tensions. In this work, special attention is paid to the parametric synthesis of the FISS of the magnetic fields tensions, including the preliminary structural transformation of the dynamic frequency-pulse modulator, forming of the mathematical models of the system and estimation of the tuning parameters of the FISS of the magnetic fields tensions. The filter of the frequency-pulse modulator FISS is realized in the form of the 2-order aperiodic link. Obtained in the work nonlinear and static linearized mathematical models of the frequency-pulse system stabilization FISS of the magnetic fields tensions made it possible to estimate of the tuning parameters of the system, and also use it for constructing mathematical models of the dynamic frequency-pulse production control system and quality of the milks products on the accuracy and laboriousness of computational procedures for the methods of the analysis and synthesis in this control systems class.

Keywords: frequency-pulse modulator, mathematical model, quality control, magnetic processing

Одним из путей повышения качества молочной продукции является создание инновационных методов контроля и управления, т.е. создание автоматизированных систем управления технологическими процессами производства молока.

Для достижения этой цели в работе [1] предложена трехуровневая система, состоящая из системы омагничивания молока; системы контроля качества молока с датчиком, использующим метод

ядерного магнитного резонанса (ЯМР); частотно-импульсной системы стабилизации (ЧИСС) напряженности магнитного поля.

Система омагничивания молока обеспечивает улучшение качественных характеристик молока за счет применения метода ядерного магнитного резонанса ЯМР. Аппарат электромагнитной обработки молока, принцип его работы и блок-схема системы представлены в работе [1].

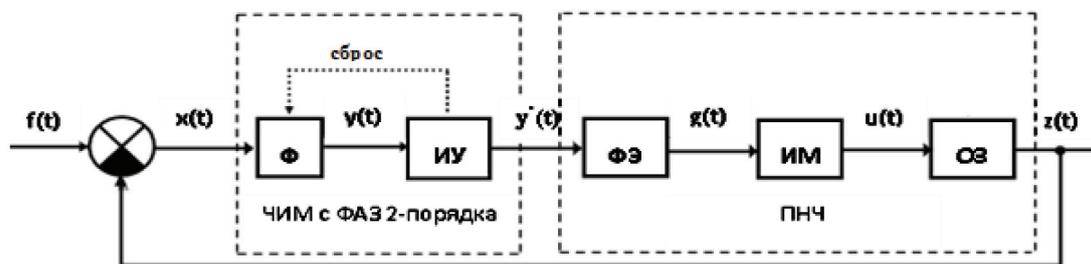


Рис. 1. Структурная схема ЧИСС напряженности магнитного поля

Система контроля качества молока основана на использовании датчиков ЯМР, которая позволяет с высокой степенью точности контролировать качество выпускаемой продукции и обнаружить любую химическую подделку.

В настоящей работе рассматривается частотно-импульсная система стабилизации (ЧИСС) напряженности магнитного поля, функционирующей аналогично системе, приведенной в [2].

ЧИСС индукции (напряженности) магнитного поля – замкнутая система, состоящая из Σ -частотно-импульсного модулятора с фильтром в виде аperiodического звена (ФАЗ) 2 го порядка и приведенной непрерывной части (ПНЧ), структурная схема системы приведена на рис. 1.

На входе системы действует стационарный нормальный случайный процесс $f(t)$ с корреляционной функцией с известной корреляционной функцией $R_f(\tau) = \sigma_f^2 e^{-\alpha|\tau|}$.

Приведенная непрерывная часть ПНЧ состоит из последовательного соединения управляемого объекта с запаздыванием, исполнительного механизма (ИМ) и формирующего элемента (ФЭ), задающего требуемую форму управляющих импульсов.

В общем случае ПНЧ характеризуется как нелинейная динамическая система со случайными параметрами и представима некоторым функциональным уравнением следующего вида [3, 4]:

$$z(t) = H[\lambda, \tau_0, z(\tau), g(\tau)/t_0 \leq \tau \leq t], \quad (1)$$

где H – непрерывный нелинейный функционал; параметр λ характеризует случайность параметров функционала H ; $g(t)$ – последовательность управляющих случайных импульсов заданной формы; τ_0 – время запаздывания управляемого объекта с запаздыванием (ОЗ) [5].

Σ – частотно-импульсный модулятор (Σ -ЧИМ) второго порядка представляет собой последовательное соединение фильтра (Ф), реализованного в виде аperiodического

го звена 2 порядка и импульсного устройства ИУ (рис. 1).

В фильтре осуществляется некоторое динамическое преобразование непрерывного процесса $x(t)$ в сигнал $y(t)$. Импульсное устройство ИУ генерирует единичный δ -импульс в тот момент времени, когда выходной сигнал фильтра Ф достигает порогового значения Δ и осуществляет обнуление всех накопителей энергии, которые входят в состав фильтра (осуществляется операция сброса). Уравнение движения Σ -частотно-импульсного модулятора второго порядка состоит из уравнения движения фильтра Ф и уравнений, определяющих моменты появления и знак импульсов, и операции сброса.

Фильтр Σ -ЧИМ второго порядка, описывается в виде аperiodического звена 2 порядка передаточной функцией

$$D(p) = \frac{k}{(p + \alpha_1)(p + \alpha_2)} = k_\phi \left(\frac{1}{p + \alpha_2} - \frac{1}{p + \alpha_1} \right), \quad (2)$$

где $k_\phi = \frac{k}{\alpha_2 - \alpha_1}$ – коэффициент усиления аperiodического звена 2 порядка, а α_1, α_2 – время инерционности.

Содержательное описание и математическая формулировка задачи параметрического синтеза ЧИСС индукции (напряженности) магнитного поля даны соответственно в [1] и [2].

Процедура параметрического синтеза ЧИСС индукции (напряженности) магнитного поля состоит из трех этапов:

1. Структурное преобразование Σ -ЧИМ 2-го порядка, т.е. построение структурной модели, нелинейной эквивалентной исходному модулятору системы;

2. На основе структурной модели разработка нелинейных моделей в классе рядов Вольтерра и статистически линеаризованных моделей.

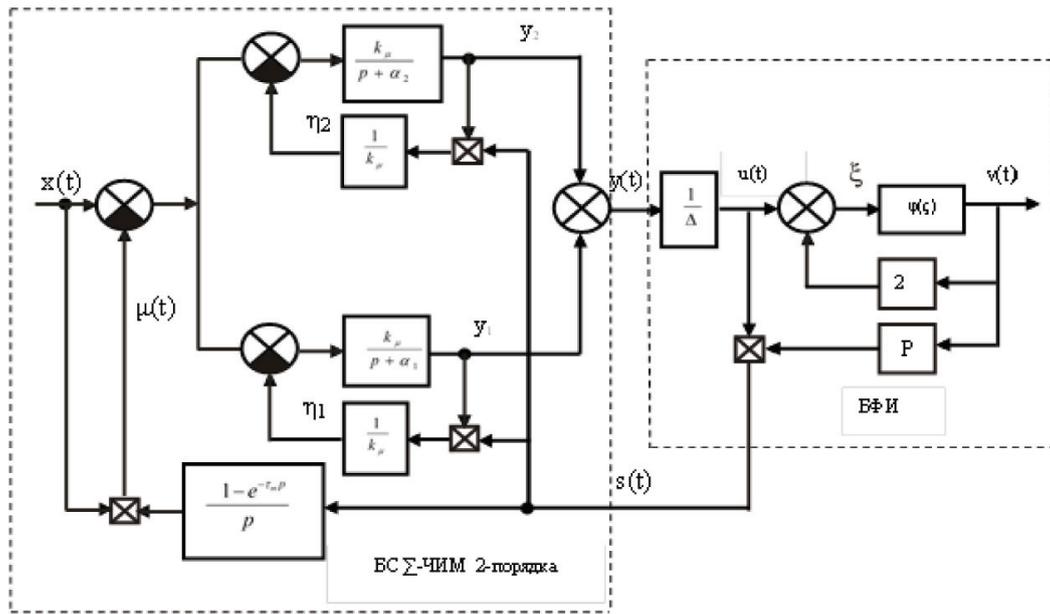


Рис. 2. Структурная схема модели Σ-ЧИМ 2 порядка

3. Оценка настроечных параметров (параметрический синтез) ЧИСС напряженности магнитного поля.

Структурное преобразование Σ-ЧИМ второго порядка. Процедура построения нелинейной системы, эквивалентной Σ-ЧИМ второго порядка, не содержащей параметрических обратных связей, приведена в работе [1] (рис. 2).

Она состоит из блока сброса (БС) и блока формирования импульса (БФИ). Блок БС осуществляет функцию фильтра (Ф) модулятора со сбросом, а блок БФИ формирует управляющие импульсы в виде δ-импульсов.

1. Математические модели частотно-импульсной системы стабилизации напряженности магнитного поля. Формирование математической модели ЧИСС напряженности магнитного поля в классе функциональных рядов Вольтерра распадается на три этапа: на первом этапе строится вольтерровская модель Σ-ЧИМ второго порядка; на втором этапе – вольтерровская модель разомкнутой системы ЧИСС и на третьем этапе – вольтерровская модель замкнутой системы ЧИСС [2].

Вольтерровская модель Σ-ЧИМ второго порядка описывается в виде

$$y(t) = m_0 + \sum_{r=1}^{\infty} \left[m_r \otimes x(t) \right], \quad (3)$$

где символом $[m_r \otimes x(t)]$ обозначена r -мерная свертка импульсных характеристик объекта с запаздыванием $m_r(\tau_0, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_r)$ и функции $x(t - \tau_i)$, $i = 1, \tau$, т.е.

$$[m_r \otimes x(t)] = \int_0^{\infty} \dots \int_0^{\infty} x_r(\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_r) \prod_{i=1}^r x(t - \tau_i) \cdot$$

Изображения ядер ряда (3) получены в [2] в следующем виде

$$M_0(\tau_m, 0) = e_0, \quad M_1(\tau_m, p) = \frac{e_1}{\Delta} \varepsilon_1(\tau_m, p),$$

$$M_2(\tau_m, p_1, p_2) = \frac{e_2}{\Delta^2} \prod_{i=1}^2 \varepsilon_1(\tau_m, p_i),$$

$$M_3(\tau_m, p_1, p_2, p_3) = \frac{e_1}{\Delta} \varepsilon_3(\tau_m, p_1, p_2, p_3) + \frac{e_3}{\Delta^3} \prod_{i=1}^3 \varepsilon_1(\tau_m, p_i), \quad (4)$$

где $M_0(\tau_m, p)$ и $M_3(\tau_m, p_1, p_2, p_3)$ – соответственно изображения ядер фильтра Ф со сбросом динамического частотно-импульсного модулятора системы, e_0, e_1, e_2, e_3 – постоянные параметры, характеризующие поведение блока формирования импульсов БФИ модулятора [2], τ_m – параметр модификации, Δ – порог импульсного устройства ИУ.

Изображения ядер фильтра Φ со сбросом Σ -ЧИМ второго порядка в [2] получены в виде

$$\begin{aligned}\varepsilon_1(\tau_m, p) &= D_0(p) = G(p) = k_\Phi \left(\frac{1}{p + \alpha_2} - \frac{1}{p + \alpha_1} \right), \\ \varepsilon_3(\tau_m, p_1, p_2, p_3) &= D_1(p_1, p_2 + p_3) D_2(p_2, p_3) \varepsilon(p_1) \varepsilon(p_2) \varepsilon(p_3), \\ D_1(p_2, p_3) &= -\frac{1}{k_\mu} G(p_1 + p_2) \cdot D_0(p_2), \quad D_2(p_2, p_3) = e_1 \frac{1(p_2)}{\Delta^2} p_3.\end{aligned}\quad (5)$$

Вольтерровская модель разомкнутой системы (последовательное соединение модулятора и ПНЧ) имеет следующий вид

$$z(t) = \theta_0 + \sum_{r=1}^{\infty} \left[\theta_r \otimes x(t) \right]. \quad (6)$$

где $\theta_r(\tau_0, \tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r)$ – импульсные характеристики модели (6).

Изображения для первых трех ядер в терминах многомерного преобразования Лапласа [3] определяются из выражений

$$\begin{aligned}\theta_0(\tau_m, \tau_0, 0) &= M_0(\tau_m, 0) \tilde{W}_1(\tau_0, 0); \quad \theta_1(\tau_m, \tau_0, p) = M(\tau_m, p) \tilde{W}_1(\tau_0, p); \\ \theta_2(\tau_m, \tau_0, p_1, p_2) &= M_2(\tau_m, p_1, p_2) \tilde{W}_1(\tau_0, p_1 + p_2); \\ \theta_3(\tau_m, \tau_0, p_1, p_2, p_3) &= M_3(\tau_m, p_1, p_2, p_3) \tilde{W}_1(\tau_0, p_1 + p_2 + p_3).\end{aligned}\quad (7)$$

$\tilde{W}_1(\tau_0, p)$ – передаточная функция ПНЧ [2].

Вольтерровская модель замкнутой системы в виде

$$x(t) = \left[n_0 + \sum n_r \otimes x(t) \right], \quad (8)$$

где $n_r(\tau_0, \tau_m, \tau_1, \dots, \tau_r)$ – импульсные характеристики модели (8).

Изображения первых трех ядер ряда (8) получены в виде

$$\begin{aligned}N_0(0) &= \sum_{r=0}^{\infty} N_0^r(0) \theta_r(0, \cdot(r) \cdot, 0); \\ N_1(\tau_0, \tau_m, p) &= 1 - N_1(\tau_0, \tau_m, p) \sum_{r=1}^3 N_0^{r-1}(0) \theta_r(\tau_0, \tau_m, 0, \cdot(r-1) \cdot, 0, p) + \dots + \theta_r(\tau_0, \tau_m, 0, \cdot(r-1) \cdot, 0); \\ N_2(\tau_0, \tau_m, p_1, p_2) &= -N_2(\tau_0, \tau_m, p_1, p_2) \left(\sum_{r=1}^3 N_0^{r-1}(0) [\theta_r(\tau_0, \tau_m, \cdot(r-1) \cdot, 0, p_1 + p_2) + \right. \\ &\quad \left. + \theta_r(\tau_0, \tau_m, p_1 + p_2, 0, \cdot(r-1) \cdot, 0)] - \prod_{i=1}^3 N_1(\tau_0, \tau_m, p_i) \sum_{r=2}^3 N_0^{r-2}(\tau_0, \tau_m, 0) \times \right. \\ &\quad \left. \times \theta_r(\tau_0, \tau_m, p_1, 0, \cdot(r-2) \cdot, 0, p_2) \right] + \dots + \theta_r(\tau_0, \tau_m, p_2, 0, \cdot(r-2) \cdot, 0, p_1)]; \\ N_3(\tau_0, \tau_m, p_1, p_2, p_3) &= -N_3(\tau_0, \tau_m, p_1, p_2, p_3) \sum_{r=1}^3 N_0^{r-1}(\tau_0, \tau_m, 0) \times \\ &\quad \times [\theta_r(\tau_0, \tau_m, p_1 + p_2 + p_3, 0, \cdot(r-1) \cdot, 0) + \dots + \theta_r(\tau_0, \tau_m, 0, \cdot(r-1) \cdot, 0, p_1 + p_2 + p_3)] - \\ &\quad N_1(\tau_0, \tau_m, p_1) N_2(\tau_0, \tau_m, p_2, p_3) \sum_{r=2}^3 N_0^{r-2}(\tau_0, \tau_m, 0) \times \\ &\quad \times [\theta_r(\tau_0, \tau_m, p_1 + p_2, 0, \cdot(r-2) \cdot, 0, p_1) + \dots + \theta_r(\tau_0, \tau_m, p_1, 0, \cdot(r-2) \cdot, 0, p_1 + p_3)] - \\ &\quad - \prod_{i=1}^2 N_1(\tau_0, \tau_m, p_i) \theta_3(\tau_0, \tau_m, p_1, p_2, p_3).\end{aligned}$$

Полученные вольтерровские модели (3), (6), (8) можно непосредственно использовать для статистического анализа и синтеза ЧИСС напряженности магнитного поля. В некоторых практических случаях можно поступиться точностью вычислений ради получения приемлемых результатов.

С этой целью формируются статистически линеаризованные модели ЧИСС напряженности магнитного поля в виде

$$x(t) = \int_0^{\infty} L_0^i(\tau_0, \tau_m, \bar{c}) m_f d\tau + \int_0^{\infty} L_1^i(\tau_0, \tau_m, \bar{c}) x(t - \tau) d\tau, \quad i = \bar{1}, 2. \quad (9)$$

Статистическая линеаризация ЧИСС напряженности магнитного поля может быть проведена двумя способами: раздельная и оптимальная линеаризация. В данной работе для оценки настроечных параметров управляющего устройства использована полученная оптимальной линеаризацией статистически линеаризованная модель (9), изображения ядер которой имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} L_0^{(4)}(0, \bar{c}) &= N_0(0, \bar{c}) + m_f N_1(0, \bar{c}) + m_f^2 N_2(0, 0, \bar{c}) + \sigma_f^2 [N_2(-\alpha, \alpha, \bar{c}) - N_2(\alpha_1, -\alpha_2, \bar{c})], \\ L_1^{(4)}(\tau_0, \tau_m, p, \bar{c}) &= N_1(\tau_0, \tau_m, p, \bar{c}) + m_f [N_2(\tau_0, \tau_m, p, 0, \bar{c}) + N_2(\tau_0, \tau_m, p, 0, \bar{c})] + \\ &+ 4\sigma_f^2 [N_3(\tau_0, \tau_m, -\alpha, \alpha, p, \bar{c}) + N_3(\tau_0, \tau_m, 0, p, \bar{c})] + N_3(\tau_0, \tau_m, p, -\alpha, \alpha, \bar{c}) + \\ &+ N_3(\tau_0, \tau_m, \alpha_1 - \alpha, p, \bar{c}) + N_3(\tau_0, \tau_m, \alpha_1, p, -\alpha_1, \bar{c}) + N_3(\tau_0, \tau_m, p, \alpha_1, -\alpha_1, \bar{c}), \end{aligned} \quad (10)$$

где σ_f^2 , α – дисперсия и коэффициент спада корреляционной функции случайного процесса $f(t)$.

Оценка настроечных параметров ЧИСС напряженности магнитного поля. Использование при синтезе ЧИСС напряженности магнитного поля ее вольтерровской модели позволяет получить асимптотически точный результат. Оценка настроечных параметров ЧИСС напряженности магнитного поля на базе статистических линеаризованных моделей сводится к задаче оптимизации вида [6, 7]

$$\sigma_x^2(\bar{c}) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} |L_1^i(\tau_0, \tau_m, j\omega, \bar{c})|^2 S_f(\omega) d\omega \rightarrow \min, \quad (11)$$

где $S_f(\omega) = \frac{2\sigma_f^2 \alpha}{|(\alpha + j\omega)|^2}$ – спектральная плотность входного процесса, $L_1^i(\tau_0, \tau_m, j\omega, \bar{c})$ опре-

деляется из (10), \bar{c} – вектор оптимизируемых параметров.

Оптимизируемыми параметрами ЧИСС напряженности магнитного поля являются: коэффициент усиления фильтра – k_ϕ ; первая постоянная времени фильтра Σ -ЧИМ – $\frac{1}{\alpha_1}$; вторая постоянная времени фильтра Σ -ЧИМ – $\frac{1}{\alpha_2}$; порог срабатывания импульсного устройства – Δ ; длительность управляющих импульсов – h_u ; амплитуда управляющих импульсов – k_u .

Для ЧИСС напряженности магнитного поля экспериментальным путем получены следующие значения оптимальных настроечных параметров регулятора (таблица), обеспечивающие заданные значения напряженности магнитного поля.

Оптимальные настроечные параметры ЧИСС напряженности магнитного поля

α_1	α_2	Δ	h_u	k_ϕ	k_u
0,2	0,15	3,8	2,8	2,4	3,2

Полученные оптимальные настроечные параметры регулятора позволили обеспечить необходимую точность стабилизации напряженности магнитного поля, что привело к уменьшению расхода молока свертывающего фермента при выработке сыров и к изменению показателя кислотности и вязкости.

Список литературы

1. Айтчанов Б.Х. Применение динамического частотно-импульсного модулятора в системах управления с использованием ядерного магнитного резонанса в устройствах омагничивания жидкостей / Б.Х. Айтчанов, А.Н. Алдибекова // Вестник КазНТУ. – 2014. – № 5 (105). – С. 148–155.
2. Aitzhanov B.Kh. Dynamic Pulse-Frequency Modulation in Objects Control with Delay / B.Kh. Aitzhanov, B.K. Kurmanov, T.F. Umarov // Asian Journal of Control. – 2012. – Vol. 14, № 6. – P. 1662–1668.
3. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в Matlab / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. – М.: Лань, 2011. – 464 с.
4. Юревич Е.И. Теория автоматического управления / Е.И. Юревич. – М.: ВНУ, 2016. – 560 с.
5. Курганов В.В. Управление объектом с запаздыванием / В.В. Курганов, А.В. Цавнин // Автоматика и программная инженерия. – 2015. – № 2 (12). – С. 9–13.
6. Крюк А.Е. Синтез непрерывных нелинейных систем управления при случайных воздействиях / А.Е. Крюк, Л.А. Осипов // Информационно-управляющие системы. – 2012. – № 2. – С. 26–30.
7. Пашенко А.Ф. Статистическая линеаризация и идентификация нелинейных систем / А.Ф. Пашенко, Е.Ф. Пашенко. – Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2010. – С. 782–789.

УДК 691.54

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА И СТРУКТУРУ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Байджанов Д.О., Хан М.А., Садирбаева А.М., Икишева А.О., Дивак Л.А.

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: han_maks@mail.ru

В статье представлены исследования влияния комплексной добавки полифункционального действия на процессы структурообразования и твердения цементных систем. Авторами произведены испытания по нахождению нормальной плотности и сроков схватывания цементного теста в зависимости от концентрации комплексной добавки полифункционального действия. Было установлено, что применение добавки уменьшает пористость цементного камня с 2,21 % до 1,64 %, при этом увеличивается количество микропор. Анализ полученных результатов показывает, что такие добавки снижают нормальную плотность цементного теста с 27 % до 24,5 % в зависимости от дозировки и изменяют сроки начала схватывания с 3 часов до 1,6 часа, а конца схватывания с 5,5 до 3,1 часов. Структура цементного камня изучалась методами рентгеноструктурного, петрографического анализа, а также при помощи сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Дополнительно изучались шлифы срезов цементного камня с целью уточнения закристаллизованности вяжущего, определения размеров кристаллогидратов и анализа контактных швов при склейке поверхностей без применения клеев. Изучено влияние комплексной добавки полифункционального действия на шлаковые зерна, которые имеют разрушенную структуру.

Ключевые слова: цементное тесто, сроки схватывания, цементный камень, комплексная добавка, микроструктура

THE EFFECT OF THE COMPLEX ADDITIVE ON THE TIMING OF THE SETTING OF THE CEMENT PASTE AND THE STRUCTURE OF THE CEMENT STONE

Baydzhanov D.O., Khan M.A., Sadirbaeva A.M., Ikiшева A.O., Divak L.A.

Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: han_maks@mail.ru

The article presents studies of the influence of the complex addition of a multifunctional action on the processes of structure formation and hardening of cement systems. The authors made tests to find the normal density and timing of the setting of the cement paste, depending on the concentration of the complex addition of the polyfunctional action. It was found that the use of the additive reduces the porosity of the cement stone from 2.21 % to 1.64 %, while the number of micropores increases. Analysis of the results shows that such additives reduce the normal density of the cement paste from 27 % to 24.5 %, depending on the dosage and changes the starting time from 3 hours to 1.6 hours, and the setting time from 5.5 to 3.1 hours. The structure of cement stone was studied by X-ray diffraction, petrographic analysis, and also using scanning electron microscopy (SEM). In addition, sections of slabs of cement stone were studied in order to clarify crystallization of the binder, to determine the size of crystalline hydrates and to analyze contact seams when gluing surfaces without the use of adhesives. The influence of complex addition of polyfunctional action on slag grains, which have a destroyed structure, is studied.

Keywords: cement paste, setting time, cement stone, complex additive, microstructure

С целью определения влияния комплексной добавки полифункционального действия СС-3ТН на процессы структурообразования, изучено влияние дозировки на сроки схватывания. В табл. 1 приведены результаты испытаний цементного теста по определению нормальной плотности и сроков схватывания.

Анализ полученных результатов показывает, что добавка СС-3ТН снижает нормальную плотность с 27 % до 24,5 % в зависимости от дозировки и изменяет сроки начала схватывания с 3 часов до 1,6 часа, а конца с 5,5 до 3,1 часов. Можно предположить, что сочетание суперпластификатора С-3 и ускорителя твердения тиосульфата натрия подобрано в оптимальных соотношениях. Индивидуальное применение отдельных компонентов комплексной добавки полифункционального действия не позволяет комплексно влиять одновременно на нормальную плотность цементного теста и сроки схватывания [1, 2].

Исследования формирования структуры цементного камня в зависимости от различных факторов проводились рядом исследователей [3].

При проведении исследований ставилась задача по выяснению влияния комплексной добавки полифункционального действия СС-3ТН на свойства цементного камня в условиях естественного твердения, вида и строения продуктов гидратации, характера распределения и строения порового пространства цементного камня.

Структура цементного камня изучалась методами рентгеноструктурного, петрографического анализа и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) [1, 3].

Исследованию на СЭМ подвергался скол цементного камня после его наклейки на подложку и последующего напыления на его поверхность графита в вакуумной установке. Фотографирование поверхно-

сти скола СЭМ также проводилось при вакуумировании образцов, что было учтено при анализе фотоматериалов.

Дополнительно изучались шлифы срезов цементного камня, полученные путем их наклейки на стеклянную подложку и последующего шлифования до получения полупрозрачного шлифа. Шлифы в основном использовались для уточнения закристаллизованности вяжущего, определения размеров кристаллогидратов и анализа контактных швов при склейке поверхностей без применения клеев.

Количество пор и их размеры определялись методом их подсчета с использованием метрических приборов (сетка и линейка), учитывающих рабочее увеличение изображения исследуемой поверхности цементного камня. Известно, что дисперсность новообразований и их количество при гидратации вяжущего в присутствии ПАВ увеличивается в сравнении с гидратирующим вяжущим без добавки. При этом повышается плотность и упорядочивается

структурная пористость цементного камня. Это объясняется тем, что адсорбированная молекула ПАВ замедляет рост новообразования, что в свою очередь порождает появление новых активных центров и повторение процесса [2].

Можно предположить, что добавка СС-3ТН также будет изменять структуру и пористость цементного камня. Различие микроструктуры цементного камня с добавкой и без добавки СС-3ТН показывает, что цементный камень без добавки (рис. 1, а) имеет более трещиноватую структуру и менее плотную упаковку гидратных новообразований. Кроме того, в его составе обнаружены в значительных количествах усадочные трещины, которые можно связывать с его высыханием при твердении в естественных условиях в ранние сроки – 1...3 суток. Цементный камень с добавкой СС-3ТН имеет более плотную упаковку кристаллогидратов, и в нем практически отсутствуют усадочные трещины, что можно связывать с нормальным твердением в естественных условиях.

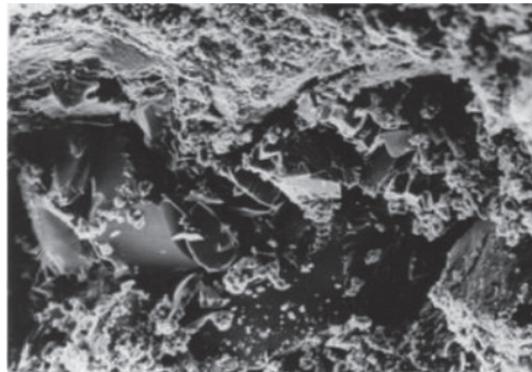
Таблица 1

Влияние комплексной добавки полифункционального действия СС-3ТН на нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста

Наименование добавки	Количество от массы цемента, %	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, ч	
			начало	конец
Без добавки	–	28	3,0	5,5
СС-3ТН	2	27	2,6	5,1
СС-3ТН	3	26	2,3	4,6
СС-3ТН	4	25	2,1	3,65
СС-3ТН	5	24,5	1,6	3,1
КОД-С	0,6	26	3,6	5,1
С-3	0,7	25	4,1	6,1



а)



б)

Рис. 1. Микроструктура цементного камня после 28 суток естественного твердения: а) без добавки; б) с добавкой СС-3ТН

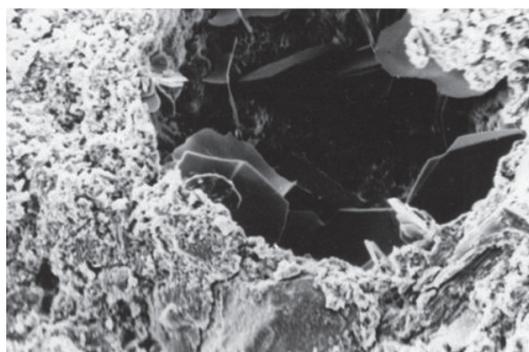
Заметно влияние СС-ЗТН на шлаковые зерна, которые имеют разрушенную структуру [1, 2]. Раскалывание шлакового зерна можно связывать с воздействием на него тиосульфата натрия, который активирует растворение его остеклованной поверхности, повышая его гидравлическую активность, кристаллизуется в образующихся микротрещинах и в результате разрушает его. На рис. 1, б, видно образование продуктов взаимодействия тиосульфата натрия и осколков шлакового зерна в виде светлого налета на их поверхности.

Поровая структура цементного камня с СС-ЗТН в значительной степени отличается от поровой структуры цементного камня без добавки (рис. 2, а, б). Распределение пор в цементном камне без добавки более хаотичное и неоднородное, как по плотности, так и по размерам. Внутри пор наблюдаются различные кристаллы, например, многоугольника $\text{Ca}(\text{OH})_2$, заполняющие пору. Структура рыхлая, трещиноватая, контакт

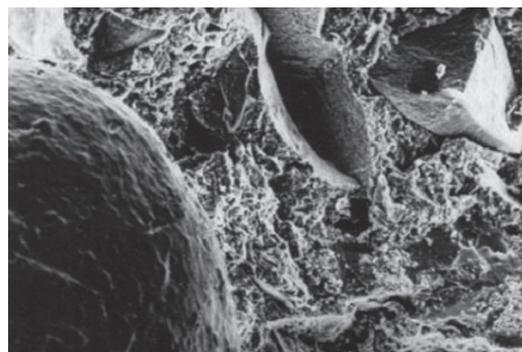
со шлаковым зерном в верхней части поры неплотный [2].

Цементный камень с комплексной добавкой полифункционального действия СС-ЗТН имеет равномерное распределение пор и более близкий их размер друг к другу. Дно поры имеет гладкую поверхность, переходящую через контактную золу в плотный камень (рис. 2, б).

Зерна шлака плотно впаяны в структуру вяжущего, усадочных трещин значительно меньше. Гладкую поверхность пор можно связывать с гидрофобными свойствами их поверхности, препятствующими кристаллизации извести и других соединений. Гидрофобизированные поры значительно сильнее, чем гидрофобные, препятствуют накоплению и миграции через них как воды, так и водных растворов различных соединений. Флегматизация массопереноса создает благоприятные условия для его работы в условиях агрессивной среды при твердении в естественных условиях.

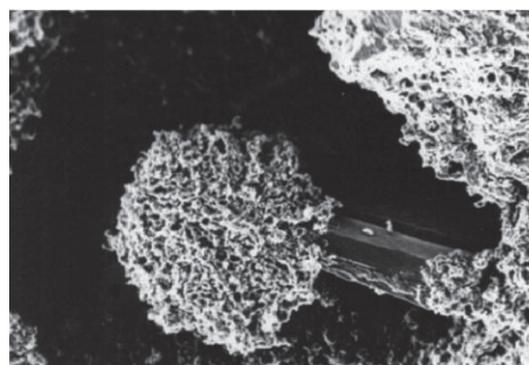


а)

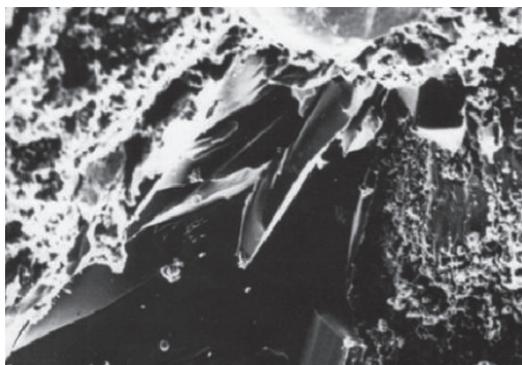


б)

Рис. 2. Строение пор цементного камня (28 суток естественного твердения): а) без добавки; б) с добавкой СС-ЗТН



а)



б)

Рис. 3. Микроструктура цементного камня (28 суток естественного твердения): а) пора с продуктами совместной гидратации ТСН и цементного теста; б) зерно шлака, диспергированное воздействием ТСН

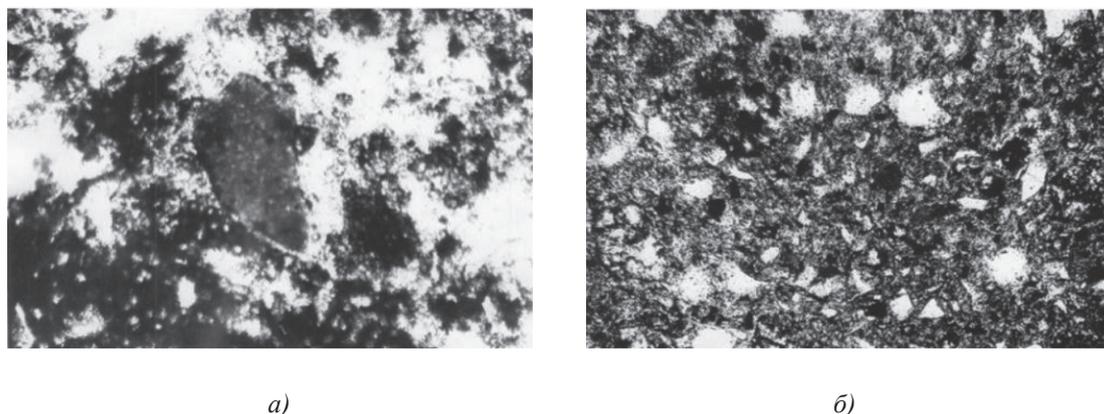


Рис. 4. Петрография цементного камня (28 суток неестественного твердения):
а) без добавки; б) с добавкой СС-3ТН

Таблица 2

Влияние добавки на размеры и количество пор цементного камня

Материал	В/Ц	Характеристики образцов		Пористость образцов, %	Состав по пористости	
		возраст, сут.	условия твердения		диаметр $\times 10^{-2}$ см	количество, %
Цементный камень без добавки	0,48	28	естественное	2,21	0,1...0,6	31
					0,6...1,6	39
					1,6...10,0	30
Цементный камень с добавкой СС-3ТН	0,39	28	естественное	1,64	0,1...0,5	36
					0,5...1,0	47
					1,0...4,0	17

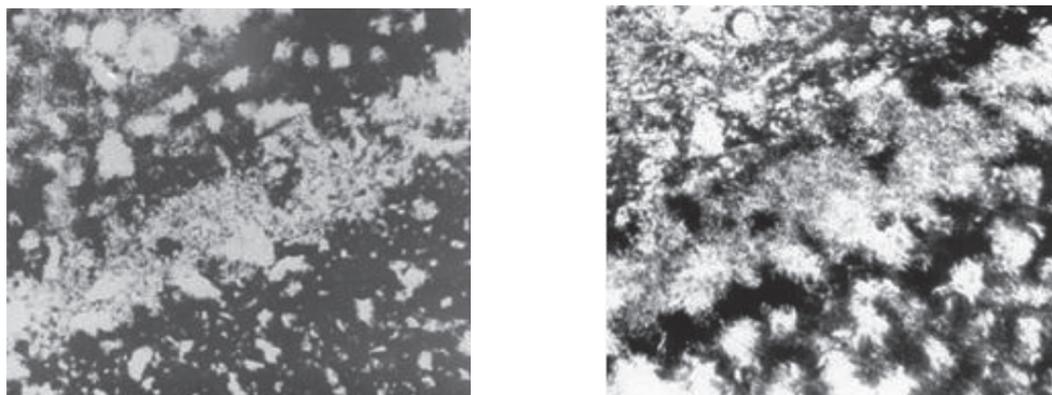
С целью уточнения действия тиосульфата натрия на структуру цементного камня его добавляли в цементную пасту в количестве индивидуально от 2% до 8% массы вяжущего. Исследования показали, что присутствие ТСН влияет на плотность цементного камня, пористость, однородность и структуру новообразований. Большая дозировка ТСН от массы вяжущего произведена с целью установления новообразований в цементном камне на рентгеноустановке. Анализ результатов как СЭМ, так и рентгеноструктуры позволяет предположить, что в результате взаимодействия ТСН с вяжущим образуются кальциевые соли тиосульфата, которые более устойчивы, чем соли тиосульфата натрия. Подтверждается также диспергирующее действие его на зерна шлака (рис. 3, а, б), что способствует повышению прочности цементного камня [4].

Петрографический анализ цементного камня показывает, что закристаллизованность цементного камня с добавкой СС-3ТН выше (рис. 4, б), чем без добавки (рис. 4, а).

Кристаллы с добавкой более мелкие и лучше закристаллизованы, видны четкие очертания новообразований в массе цементного камня. Кроме того, исследование пористости цементного камня показывает, что поры состава с добавкой имеют правильную округлую форму и равномерно распределены в объеме.

Подсчет пористости (табл. 2) выполнен по методу окулярной сетки. Общая пористость с применением добавки снижена на 0,6%, что свидетельствует об уплотнении цементного камня. Кроме того, изменился качественный состав пор: так, количество пор размером до $0,5 \cdot 10^{-2}$ см увеличилось на 5%, размером до $1,0 \cdot 10^{-2}$ см тоже на 5%. Результаты петрографических исследований подтверждаются прочностными данными цементного камня.

Поскольку технология монолитного бетонирования предусматривает послойное возведение сооружений с перерывами в бетонировании, представляет интерес исследование контактного шва старого и нового бетонов [4, 5].



а)

б)

Рис. 5. Петрография контактного шва цементного камня:
а) верхняя граница контакта; б) нижняя граница контакта

В настоящее время работы по обеспечению контактного шва между слоями бетона при непрерывном бетонировании более 3 суток выполнялись в основном полимерными композициями или коллоидными цементными клеями.

Основными факторами, по мнению Н.В. Михайлова, влияющими на сцепление старого и нового бетонов, являются условия образования и свойства кристаллического вещества контактной зоны. Исследования свойств контактной зоны проводились в «чистом виде», абстрагируя от других факторов, которые могут существенно влиять на прочность сцепления, но не определяют физико-химические процессы, протекающие при сращивании бетонов [1, 5].

Для сопоставимости результатов экспериментов все операции со всеми составами цементных паст повторялись в одинаковой последовательности.

В.И. Соловьевым был предложен способ бесшовного возведения монолитных сооружений, позволяющий обеспечивать монолитность контактного шва [2]. При проведении опытов было обнаружено, что обработка поверхности твердеющего бетона различными солями приводит к постепенному растворению соли на его поверхности. Опыты были повторены в условиях, исключающих увлажнение солей за счет влажности воздуха, но результат был тот же самый – соль увлажнилась. Далее был определен срок твердения бетона, который приводил к увлажнению солей на его поверхности. Оказалось, что увлажнение идет на цементном камне, твердевшем не более 3 суток. Миграция влаги из цементного камня к растворяющейся соли освобождает

приграничный с контактом слой и создает небольшое осмотическое давление внутри него, которое позволяет проникать в камень образовавшемуся раствору. Это сшивает приграничный слой с отвердевшей массой. Поверхностный слой карбоната кальция в этом случае уже не оказывает значительного влияния на образование новых сростков в отвердевшем цементном камне. Исследование осмотических свойств цементного камня позволило использовать это явление для склеивания старого цементного камня с новым.

Кроме отмеченного, было обнаружено, что, если в момент растворения соли оказывать вибрационное воздействие на поверхность цементного камня, находящегося в контакте с растворяемой солью, она разжижается, превращаясь в цементный гель. После прекращения вибрационного воздействия разжиженный слой затвердевал, как и обычный цементный камень. Полученный цементный камень не обнаруживает следов повторного его разрушения и не снижает прочность, в сравнении с контрольными образцами. Подобные операции можно было осуществлять с цементным камнем, твердевшим в естественных условиях.

По результатам проведенных опытов был разработан способ бетонирования монолитных сооружений, положенный в основу концепции бесшовного бетонирования. Опыты по бесшовному бетонированию проводились следующим образом: готовили цементную пасту с В/Ц 0,35. Затем закладывали ее в форму размером 10x10x10 см до половины объема, выдерживали ее 3 суток, после чего готовили такую же цементную

суспензию, затем наносили на поверхность твердевшего в форме образца порошкообразный тиосульфат натрия и вибрировали ее микробулавой до образования на поверхности гелеобразной массы. После чего производили закладку второго слоя и уплотняли его обычным способом на вибростоле. Количество тиосульфата натрия было принято из расчета 0,5 г на 1 см².

Из затвердевших образцов изготавливали образцы-шлифы и производили их фотографирование [2, 3, 5]. На рис. 5, а, б, показан контактный шов старого и нового цементного камня, бетонированного разработанным способом. Причем отдельно сняты верхняя и нижняя его части.

Было установлено, что гидрат окиси кальция распределен как в объеме старого, так и в объеме нового цементного камня. Хорошо видно, что контактный шов не имеет четкой границы, как в контактных участках, так и внутри себя. Цементный камень выглядит как монолит и содержит в контактном слое некоторый избыток тиосульфата натрия, который значительно диспергирует его кристаллогидраты, что в свою очередь уплотняет и упрочняет его.

Анализ полученных результатов показывает, что разрушение цементного камня идет по образцу, а не по шву контактного слоя, что можно объяснить высокой прочностью контактного слоя старого и нового бетонов. Повышение В/Ц ведет как к некоторому снижению прочности контакта, так и к снижению прочности образцов при сжатии.

Список литературы

1. Лермит Р. Проблемы технологии бетона / Р. Лермит. – М.: Российское Общество оценщиков, 2017. – 296 с.
2. Рахимов М.А. Влияние комплексного модификатора СС-3ТН на свойства бетонной смеси / М.А. Рахимов, Е.В. Ткач, Г.М. Рахимова, М.К. Дадиева, М.А. Хан, Б.М. Тоимбаева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18137> (дата обращения: 27.01.2018).
3. Зоткин А.Г. Бетоны с эффективными добавками / А.Г. Зоткин; ред. Зайцев А.Н. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. – 160 с.
4. Серова Р.Ф. Влияние модифицирования на морозо- и коррозиестойкость цементных материалов. / Р.Ф. Серова, А.К. Кожас, Б.М. Тоимбаева, А.М. Рахимов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9–3. – С. 690–693.
5. Рахимов М.А. Исследование влияния комплексных гидрофобизирующих органо-минеральных модификаторов на эксплуатационные свойства тяжелого бетона / М.А. Рахимов, Г.М. Рахимова, А.М. Рахимов, А.М. Садирбаева, Е.К. Иманов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–2. – С. 294–298.

УДК 628.345

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОАГУЛЯНТОВ И ФЛОКУЛЯНТОВ В ПРОЦЕССЕ КОАГУЛИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Качалова Г.С.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (Строительный институт),
Тюмень, e-mail: galinakachalova@mail.ru

В данной работе объектом исследования явились модельные сточные воды АО «Тюменский аккумуляторный завод». Цель работы – подбор оптимальной дозы коагулянтов модельных сточных вод в процессе коагулирования с добавлением флокулянта, с последующими выводами и рекомендациями. Коагуляция – это основной процесс, с помощью которого удается освободить воду от коллоидно-дисперсных примесей. Этот процесс является одним из эффективных методов очистки сточных вод, позволяющим не только осветлить воду, но и в значительной степени освободить ее от таких вредных примесей, как бактерии и вирусы, соединения тяжелых металлов. В ходе работы были разработаны методики приготовления модельных сточных вод аккумуляторного завода, проведения процессов коагулирования и флокулирования, использованы методы определения мутности (нефелометрический метод), кислотности (титриметрический анализ), содержания свинца (фотоколориметрический метод). На основании проведенного эксперимента установлены оптимальные дозы коагулянтов $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, равные 110 мг и 140 мг соответственно, при исходном содержании свинцовой пасты 500, 550 и 600 мг, и флокулянта ПАА 0,75 мг с $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ и 1,25 мг с $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Данный эксперимент позволил выработать методику установления оптимальных доз коагулянта при интенсификации процесса коагулирования флокулянта, которая может быть предложена для исследования процесса коагулирования взамен визуальному подбору, имеющему место на аккумуляторном заводе.

Ключевые слова: коагулянты, флокулянты, сточные воды, мутность, оптическая плотность, оптимальные дозы реагентов, содержание свинца, сульфатозен, дитизон

USE OF MODERN COAGULANTS AND FLOCCULANTS IN THE PROCESS OF WASTE WATER COAGULATION

Kachalova G.S.

Tyumen Industrial University (Training Unit Construction Institute), Tyumen,
e-mail: galinakachalova@mail.ru

In this work the research object were a model waste water JSC «Tyumen battery plant. The purpose of the selection of optimal doses of coagulants model wastewater in the process of koagulirovanija with the addition of flocculant with subsequent conclusions and recommendations. Coagulation is the main process by which manages to release water from the colloid-dispersed contaminants. This process is one of the effective methods of wastewater treatment, allowing not only lighten up water, but also in largely exempt it from such contaminants, such as bacteria and viruses, heavy metals. In the course of the work of cooking techniques were developed model Battery plant wastewater holding processes koagulirovanija and flocculation treatment, used methods of determination of turbidity (Nephelometric method), acidity (titrimetric analysis), lead (fotokolorimetriceskij method). On the basis of the experiment ustanovileny the optimum doses of coagulants $\text{FeCl}_3 \cdot 6(\text{H})_2\text{O}$ and $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18(\text{H})_2\text{O}$ equal to 110 mg and 140 mg, respectively, when the original content of lead paste 500, 550 and 600 mg, and flocculant PAA 0.75 mg $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18(\text{H})_2\text{O}$ and 1.25 mg $\text{FeCl}_3 \cdot 6(\text{H})_2\text{O}$. This experiment allowed us to develop a methodology to establish optimal doses of coagulant in the process koagulirovanija intensification flocculant, which may be offered for studies of koagulirovanija instead of Visual selection taking place on Battery plant.

Keywords: coagulants flocculants, waste water, turbidity, optical density, optimal dosages of reagents, lead content, sulfarsozen, dithizone

По данным Всемирной организации здравоохранения до 50% речной воды каждый год подвергается техногенному воздействию, в том числе и в результате сброса сточных вод. Поэтому при сбросе сточных вод в водоемы следует осуществлять их очистку от вредных примесей и добиваться соответствия стоков установленным показателям качества (предельно допустимыми концентрациям) [1, 2]. Основными технологическими приемами удаления из воды грубодисперсных примесей и коллоидных загрязнений являются процессы коагуляции и флокуляции, позволяющие не только ос-

ветлить воду, но и в значительной степени освободить ее от таких вредных примесей, как бактерии и вирусы, соединения тяжелых металлов [3].

В результате анализа литературных данных по свойствам и сфере применения коагулянтов и флокулянтов и характеристики сточных вод аккумуляторного завода были выбраны для исследования следующие коагулянты: хлорид железа $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, сульфат алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ и флокулянт – полиакриламид (ПАА).

Цель исследования: подбор оптимальных доз коагулянтов и флокулянтов с по-

следующими рекомендациями, базируясь на исходных данных АО «Тюменский аккумуляторный завод».

Задачи исследования: приготовление модельных сточных вод аккумуляторного завода; выбор наиболее эффективных реагентов для обработки приготовленных сточных вод; определение оптимальных доз реагентов; определение остаточного содержания свинца в сточных водах.

Материалы и методы исследования

В ходе работы были разработаны методики приготовления модельных сточных вод АО «Тюменский аккумуляторный завод», проведения процесса коагулирования и флокулирования, использованы методы определения мутности (фотоколориметрический метод), кислотности (титриметрический анализ), содержания свинца (фотоколориметрический метод).

Методика приготовления модельных сточных вод: в 10 мерных цилиндров вместимостью 500 мл вносили навески свинцовой пасты массой 500, 550 и 600 мг (максимально растворимые). В соответствии с технологической инструкцией очистки сточных вод на АО «Тюменский аккумуляторный завод» довели pH приготовленной сточной воды до 7–8 с помощью 10%-ного раствора Na_2CO_3 . Методом титрования 0,1 н раствором NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина определяли кислотность сточных вод в ммоль/л, затем пересчитывали в мг/л. Таким образом, кислотность модельных сточных вод равнялась 12 мг/л, что соответствует кислотности сточных вод на АО «Тюменский аккумуляторный завод».

Методика расчёта доз коагулянтов и флокулянта: выбрали диапазон доз коагулянтов от 50 до 200 мг, поскольку оптимальной дозой коагулянта на АО «Тюменский аккумуляторный завод» является 200 мг/л, исходя из технологической инструкции, предназначенной для описания технологии очистки сточных вод на АО «Тюменский аккумуляторный завод». Дозы коагулянтов готовили из 5%-х растворов коагулянтов, произведя перерасчет из единиц массы в единицы объема, что составило от 1,0 до 4,0 мл.

На основании литературных данных выбрали дозы флокулянта ПАА – 1,25 мг с коагулянтном $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и 0,75 мг с коагулянтном $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ на 1 литр сточной воды. Дозы флокулянта готовили из 0,05%-ного раствора полиакриламида, что составило соответственно для коагулянтов: 5 мл для $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, и 3 мл для $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ [4].

Методика исследования процесса коагулирования с использованием флокулянта: в 10 мерных цилиндров вместимостью 500 мл с приготовленными сточными водами последовательно с помощью мерной пипетки добавляли коагулянт и с помощью мерной пробирки флокулянт. После 30-минутного отстаивания в течение часа через каждые 10 минут во все цилиндры погружали мерную пипетку на глубину ниже уровня жидкости на 10 см для забора пробы. Для определения мутности, как показателя качества воды, использовали нефелометрический метод. Во всех взятых пробах определяли оптическую плотность на фотометре КФК-3-01. По калибровочному графику, построенному по стандартному образцу (СО) мутности (формазиновой суспензии), рассчитывали мутность приготовленных сточных вод [5].

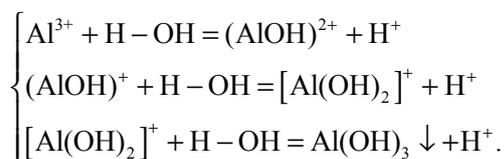
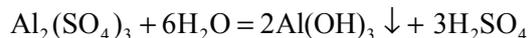
Методика определения концентрации свинца в модельных сточных водах: анализируя литературные данные по определению концентрации свинца в природных и сточных водах, остановились на фотометрическом методе ГОСТ 18293-72, ПНД Ф 14.1: 2.54-96 [6].

Приготовление пробы: 100 мл сточной воды перенесли в коническую колбу на 500 мл, добавили 5 мл азотной кислоты 1:1, поставили на плитку и нагрели. Затем колбу сняли, остудили, перенесли в мерную колбу на 250 мл, дистиллированной водой довели до метки.

Ход анализа: 10 мл пробы вылили в делительную воронку, затем приготовили холостую пробу; после чего налили 20 мл дистиллированной воды в делительную воронку и прибавили 5 мл приготовленной холостой пробы; добавили по 15 мл дистиллированной воды в каждую из делительных воронок; затем по 10 капель фенолового красного; нейтрализовали раствор гидроксидом натрия 0,05 н до оранжево-красного цвета; в раствор с помощью мерной пипетки добавили по 2 мл железосинеродистого калия 10% раствора (свежеприготовленного); затем с помощью мерной пипетки добавили по 3 мл 1%-ного раствора солянокислого гидроксиламина; после этого по 3 мл 10%-ного раствора лимонной кислоты; нейтрализовали 20%-ным раствором карбоната натрия до светло-малинового цвета; далее добавили по 10 мл 0,01%-ного раствора дитизона; затем встряхивали растворы в делительных воронках в течение одной минуты, цвет дитизона должен смениться с зелёного на красный; во вторые делительные воронки залили по 15 мл 0,025 н соляной кислоты; из первых воронок слили осадок с дитизоном во вторые воронки; после расслоения дитизона слили его, из оставшегося водного слоя взяли элеквот по 10 мл и перенесли в мерные колбы на 25 мл; в мерные колбы с элеквотом мерной пипеткой добавили по 0,3 мл 5%-ного раствора щавелевокислого аммония, по 0,2 мл 10%-ного раствора тиомочевины; далее добавили по 0,4 мл 1%-го раствора железосинеродистого калия (свежеприготовленного), по 0,25 мл 0,05%-ного раствора сульфарсоена; довели получившийся раствор до метки бурой; на ФЭК 3-01 при длине волны 520 нм, в кюветках на 10 мл, определяли оптическую плотность. Построив калибровочный график по стандартному образцу (СО) состава водных растворов ионов свинца, определили массовую концентрацию ионов свинца в пробах модельных сточных вод.

Результаты исследования и их обсуждение

Процесс коагуляции состоит из нескольких этапов. В начале происходит гидролиз соли (коагулянта), при котором образуются малорастворимые соединения (оксигидраты). При внесении $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ в воду происходит гидролиз по катиону:



Аналогично для хлорида железа $FeCl_3$. Продукты гидролиза поглощаются примесями воды, окружая их рыхлыми влагонасыщенными оболочками (мундирами). Оказавшись в таких мундирах, дисперсные загрязнения утрачивают индивидуальные свойства и приобретают свойства оксигидратов. Следующий этап коагуляции состоит в объединении частиц, постепенным образованием скоплений в виде хлопьев коагулированной взвеси. Они обладают достаточной массой, чтобы отделиться в осадок под действием силы тяжести. Оптимальная доза коагулянта – это такая его наименьшая доза, при которой после отделения в осадок коагулированной взвеси (в течение за-

данного промежутка времени) достигается требуемая степень очистки воды. При внесении флокулянта ПАА, содержащего в макромолекуле 3–8% карбоксилатных звеньев, обычно используемого как неионогенный флокулянт, в дополнении к непосредственному контакту частиц происходит их взаимодействие через молекулы адсорбированного флокулянта, что способствует увеличению размеров образовавшихся хлопьев и их дальнейшего удаления. На графиках (рис. 1, 2) продемонстрированы зависимости изменения оптической плотности сточных вод в процессе отстаивания при различных дозах коагулянтов и флокулянта и содержания свинцовой пасты.

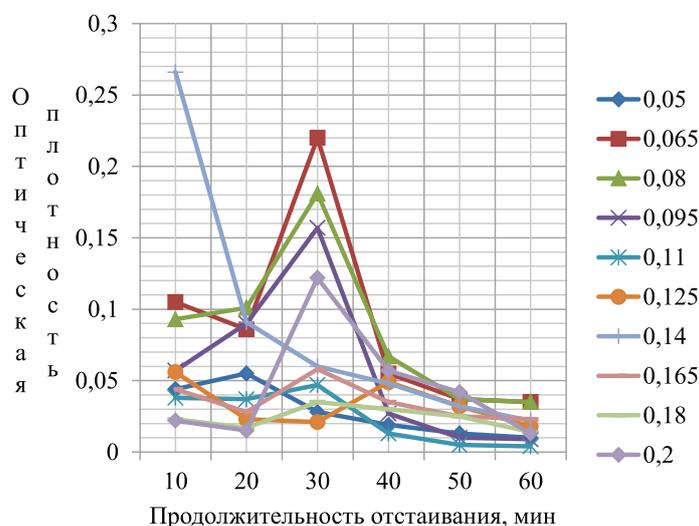


Рис. 1. Зависимость оптической плотности от продолжительности отстаивания: $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ + ПАА 5 мл при содержании свинцовой пасты 500 мг/л

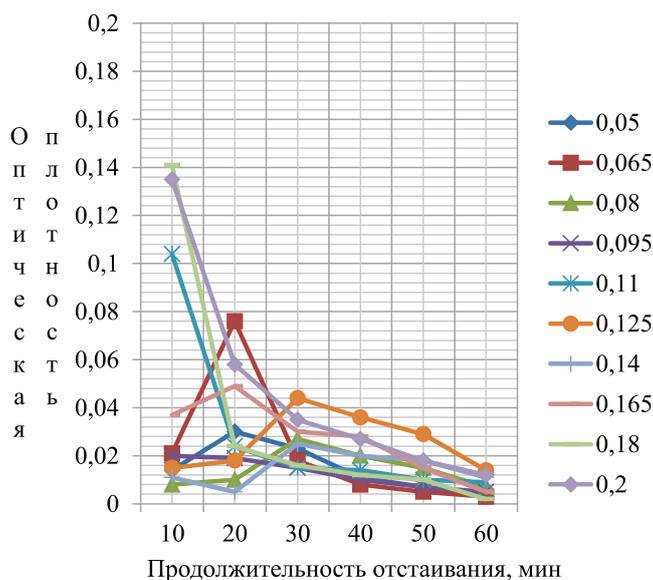


Рис. 2. Зависимость оптической плотности от продолжительности отстаивания: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + ПАА 3 мл при содержании свинцовой пасты 550 мг/л

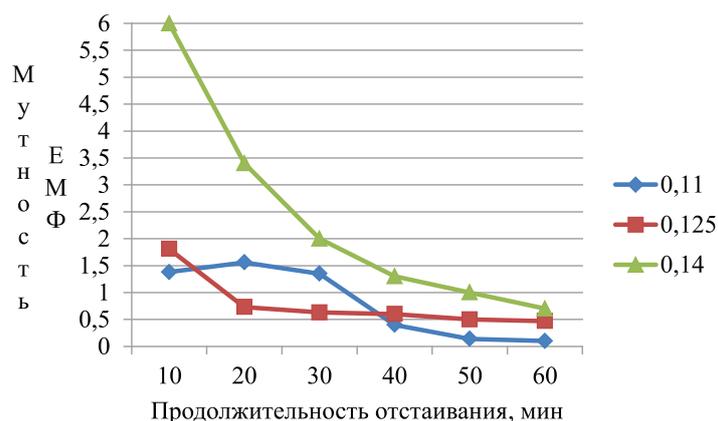


Рис. 3. Зависимость мутности от продолжительности отстаивания: $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ + ПАА 5 мл при содержании свинцовой пасты 500 мг/л

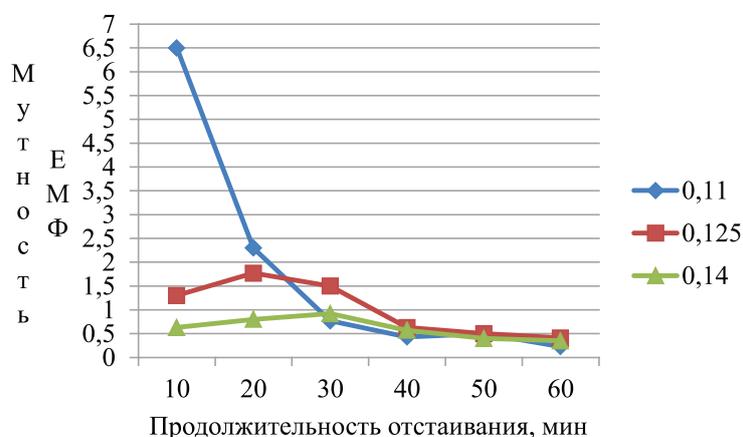


Рис. 4. Зависимость мутности от продолжительности отстаивания: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + ПАА 3 мл при содержании свинцовой пасты 500 мг/л

В процессе эксперимента выяснили, что в первые 30 минут идет возрастание оптической плотности, это можно объяснить тем, что происходит образование крупных хлопьев, в результате повышается мутность и, следовательно, оптическая плотность. Поэтому решили измерять оптическую плотность сточных вод через 30 минут, чтобы дать время на структурирование. Через последующие 20–30 минут после начала измерений наблюдался резкий скачок оптической плотности воды. Это явление объясняется тем, что при добавлении флокулянта начинается формирование макроструктур, состоящих из коллоидных частиц с адсорбированными на них труднорастворимыми хлопьями гидроксида, связанными макромолекулами флокулянта. Далее происходит осаждение крупных хлопьев под действием силы тяжести и, как следствие, понижение оптической плотности.

Исходя из минимальных значений оптической плотности приготовленных сточных вод, при разных дозах коагулянта, по-

сле 60-минутного отстаивания, выбрали оптимальный диапазон доз коагулянтов, 110–140 мг/л. После чего для выбранных доз коагулянтов по калибровочному графику, построенному по стандартному образцу (СО) мутности, определили мутность сточных вод. На графиках (рис. 3, 4) продемонстрированы зависимости изменения мутности воды в процессе отстаивания при различных дозах коагулянтов и флокулянта и содержания свинцовой пасты.

Оценка достоверности полученных результатов: определяли функцию изменения мутности сточной воды в течение некоторого промежутка времени, применив метод регрессионного анализа. Описали регрессионный анализ на примере полученных значений мутности при добавлении 140 мг/л сульфата алюминия и 1,25 мг/л полиакриламида. Аналогично было получено уравнение регрессии при дозе коагулянта 140 мг/л хлорида железа и 1,25 мг/л полиакриламида. Полученные результаты представлены на рис. 5.

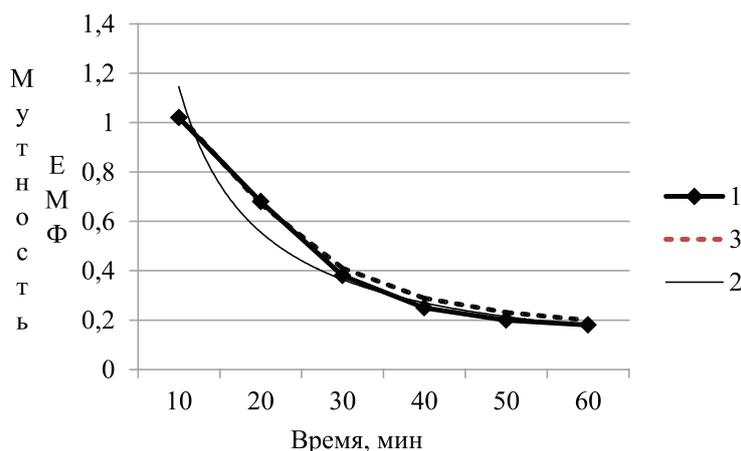


Рис. 5. Кинетика отстаивания сточных вод при добавлении 140 мг/л коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ и 0,75 мг/л флокулянта ПАА. 1 – экспериментальные данные, 2 – линия тренда, 3 – полученные данные

Анализ опытных данных показал, что функция изменения мутности в конкретные промежутки времени при разных дозах коагулянта и флокулянта является убывающей степенной функцией 3-го порядка и адекватно описывает кинетику отстаивания сточных вод.

Заключение

1. В процессе проведения исследований приготовлены модельные сточные воды, приближенные к реальным на АО «Тюменский аккумуляторный завод», их рН соответствовала 8, кислотность равнялась 12 мг/л.
2. В качестве коагулянтов выбраны хлорид железа ($FeCl_3$) и сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3$) в диапазоне доз от 50 до 200 мг/л.
3. Коагулянт $FeCl_3$ в сочетании с флокулянт ПАА – 1,25 мг/л.
4. Коагулянт $Al_2(SO_4)_3$ в сочетании с ПАА – 0,75 мг/л.
5. Определены оптимальные дозы коагулянтов: для хлорида железа – 110 мг/л, для сульфата алюминия – 140 мг/л.

6. Фотометрическим методом определены концентрации свинца в модельных сточных водах до и после коагулирования в исследуемых диапазонах.

7. Содержание свинца после процесса очистки сточных вод не превышало допустимые нормы, н/б 0,25 мг/л.

Список литературы

1. Рябчиков Б.Е. Современная водоподготовка / Б.Е. Рябчиков. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 680 с.
2. Фрог Б.Н. Водоподготовка: учебник для вузов / Б.Н. Фрог, А.Г. Петров. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. – 512 с.
3. Драгинский В.Л. Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – № 1. – С. 9–15.
4. Настенко А.О. Современные коагулянты и флокулянты в очистке природных и сточных вод / А.О. Настенко, О.И. Зосуль // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3. – С. 21–24.
5. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: учебник для вузов / Л.С. Алексеев. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 154 с.
6. ГОСТ 18293-72. Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра. – Введ. 2010-09-07. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.

УДК 621.165:62-174

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРБОАГРЕГАТА**Лёгкий А.Д., Злобин В.Н.***Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, e-mail: aist@vgasu.ru*

Работа посвящена проблеме модернизации турбоагрегатов с запасными нерегулируемыми паротборами из цилиндров высокого давления турбин и подвода пара из них, например, для обогрева градирни в зимний период или других целей. В данной работе предлагается наиболее оптимальный метод модернизации градирни путем установки паровых форсунок по периметру градирни и местоположению шиберов, а также подвода пара к этим форсункам, свободной нерегулируемой ступени паровой турбины для предотвращения обледенения градирни. Преимуществом данного метода является то, что данная установка обеспечит необходимое давление пара на входе в паровые форсунки и разгружает давление в цилиндре паровой турбины при максимальных нагрузках. Преимуществом данного метода является то, что данная установка обеспечит необходимое давление пара на входе в паровые форсунки и разгружает давление в цилиндре паровой турбины при максимальных нагрузках паровой турбины. Проведенная модернизация позволяет повышать энергоэффективность работы турбин, в частности градирни, путём разгрузки цилиндра высокого давления, а также предотвращением обледенения градирни, обеспечив её максимальную производительность и сохранив целостность её несущих конструкций.

Ключевые слова: турбоагрегаты, нерегулируемый паротбор турбин, паровые форсунки, редуцирующая установка, градирня

INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF THE TOURBOAT**Legkiy A.D., Zlobin V.N.***Institute Volgograd State Technical University Institute of Architecture and Construction of Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: aist@vgasu.ru*

The work is devoted to the problem of modernization of turbo-aggregates with spare unregulated steam lines from high-pressure cylinders of turbines and steam supply from them, for example, for cooling tower cooling in winter or other purposes. In this paper, we propose the most optimal method for upgrading the cooling tower by installing steam nozzles along the perimeter of the cooling tower and the location of the gate valves, as well as supplying steam to these nozzles, a free uncontrolled stage of the steam turbine, to prevent the cooling tower icing. The advantage of this method is that this unit will provide the necessary steam pressure at the inlet to the steam nozzles and unload the pressure in the cylinder of the steam turbine at maximum loads. The advantage of this method is that this unit will provide the necessary steam pressure at the inlet to the steam nozzles and unload the pressure in the cylinder of the steam turbine at maximum loads of the steam turbine. The modernization allows to increase the energy efficiency of the turbines, in particular the cooling tower, by unloading the high-pressure cylinder, as well as preventing the icing of the cooling tower, ensuring its maximum productivity and maintaining the integrity of its load-bearing structures.

Keywords: turbo-aggregates, unregulated steam sampling of turbines, steam nozzles, reduction installation, cooling tower

Данная работа посвящена модернизации турбоагрегатов, имеющих резервное давление пара в цилиндрах среднего давления и резервные выходы нерегулируемых отборов пара. На многих теплоэнергетических предприятиях имеются неиспользуемые резервные паротборы. При модернизации теплоэнергетических предприятий появляется возможность дополнительного использования этого резервного паротбора для собственных и других производственных нужд.

Цель исследования

В результате выполнения модернизационных мероприятий появляется возможность в полной мере использовать потенциал турбоагрегатов.

Материалы и методы исследования

На многих тепловых станциях используются турбоагрегаты с нерегулируемыми паротборами из

цилиндров высокого давления турбин. В настоящее время на Волжской ТЭЦ-2 турбоагрегат ПТ-140/165-130/15-3 имеет семь нерегулируемых отборов пара, хотя заводом-изготовителем для данной установки было рассчитано и сконструировано восемь нерегулируемых паротборов. Что не дает в полной мере использовать весь потенциал данного оборудования.

Турбина паровая теплофикационная ПТ-140/165-130/15-3 с конденсационной установкой и регулируемые отборами пара предназначена для непосредственного привода турбогенератора типа ТВВ-160-2У3 мощностью 165 МВт с частотой вращения ротора 50 с^{-1} (3000 об/мин) и отпуска пара и тепла для нужд производства и отопления [1].

По конструкции турбина представляет собой одновальный двухцилиндровый агрегат, имеющий двадцать четыре ступени лопастей, состоящий из цилиндра высокого давления и цилиндра низкого давления. Свежий пар от двух стопорных клапанов, расположенных симметрично по обеим сторонам турбины, по четырем перепускным трубам Ду 200 (по две трубы от каждого стопорного клапана), подводится к четырем регулирующим клапанам, установленным на цилиндре высокого давления [1].

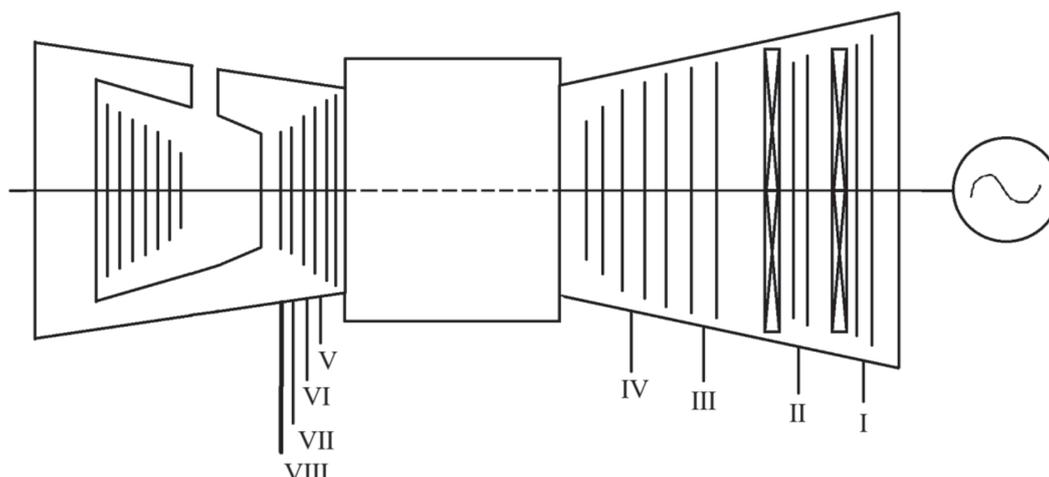


Рис. 1. Схема турбоагрегата

Цилиндр высокого давления выполнен двустенным, проточным. В левом потоке, направленном в сторону переднего подшипника, расположены одно- и двухступенчатая регулирующая ступень и шесть ступеней давления левого вращения, в правом потоке – шесть ступеней давления правого вращения [1].

Для уменьшения скорости пара к первому клапану и улучшения прогрева при пуске и работе при частичной нагрузке между первой паровой коробкой и четырьмя клапанами осуществлен перепуск пара трубой Ду 150.

Такой же перепуск осуществлен между паровыми коробками два и три к клапанам трубой Ду 50. Это способствует одновременному прогреву всех паровых коробок и трубопроводов.

Кроме дренажных штуцеров, расположенных в нижних точках каждой из четырех перепускных труб, в верхних участках труб выполнены дополнительно штуцеры для сброса через них пара при прогреве трубопроводов во время пуска турбины. Это обеспечивает прогрев труб почти по всей их длине.

Из цилиндра высокого давления пар через два патрубка в нижней половине четырьмя трубами Ду 350 направляется в производственный отбор и четырьмя трубами Ду 350 к регулирующим клапанам цилиндра низкого давления, расположенным в паровых коробках, приваренных к паровпускной части цилиндра низкого давления. Проточная часть цилиндра низкого давления состоит из трех частей: части среднего давления с одноступенчатой регулирующей ступенью и шестью ступенями давления, промежуточного отсека, имеющего регулирующую ступень и ступень давления и части низкого давления, имеющей регулирующую ступень и ступень давления. При выходе из последней ступени отработанный пар поступает в конденсатор.

Плоскость фиксатора турбины проходит через оси поперечных шпонок, расположенные в передних опорах выходного патрубка турбины. Расширение турбины происходит в основном в сторону переднего подшипника и частично в сторону генератора.

Также она имеет два нерегулируемых тепловых отбора пара – верхний и нижний, предназначенные для ступенчатого подогрева сетевой воды

в сетевых подогревателях турбоустановки и добавочной воды в стационарных теплообменниках. Регулируемый производственный отбор пара имеет номинальное давление 1,47 МПа [2].

Помимо этого турбина имеет семь нерегулируемых (регенеративных) отборов пара, предназначенных для подогрева конденсата и подпиточной воды в подогревателях низкого давления (с I по IV) и деаэраторе, подогревателях высокого давления (с V по VII) и нерегулируемый отбор пара после седьмой ступени (VIII отбор) для внешнего теплотребления в количестве 90 т/ч [1].

Градирица используется для охлаждения циркуляционной воды, нагретой в конденсаторах турбин, маслоохладителях, газоохладителях турбогенераторов и питательных насосов. Охлаждение воды в градирице происходит за счет испарения части воды теплом, отнимаемым от основной массы воды, вследствие чего температура неиспарившейся воды снижается. Термическим пределом охлаждения воды является температура конденсации водяных паров в воздухе, т.е. температура по мокрому термометру [3].

Башенная вантовая градирица состоит из вытяжной башни, несущего пилона, водоохладительного устройства и водосборного бассейна [3].

Вытяжная башня выполнена в металле с вантовым каркасом в виде гиперболоида вращения, обшита алюминиевым профилированным листом.

Конструкция вантового каркаса подвешена за металлический пилон высотой 40,5 м.

Оросители водоохладительного устройства установлены на железобетонные стенки.

Натяжение вантового каркаса осуществляется весом железобетонного нижнего кольца массой 400 т [1].

Движение кольца происходит свободно по направляющим металлическим колоннам.

Водосборный бассейн глубиной 1,6 м. Резервуар бассейна выполнен из монолитного железобетона.

Площадь орошения – 1200 м².

Средняя гидравлическая нагрузка – 10050 м³/ч.

Средняя плотность орошения – 8,4 м³/м².

Оросительное устройство блочного типа выполнено двухъярусным из плоских асбоцементных листов [1].

Водораспределительное устройство расположено по радиально-секторной схеме и состоит из 2-х водораспределительных колец и стальных труб Ду-800 мм, Ду-600 мм и 12 радиальных магистральных и рабочих водораспределительных труб, расположенных в тангенциальном направлении.

Основная и главная функция градирни состоит в обеспечении охлаждения эффекта циркуляционной воды в пределах ее технических возможностей и строго соответствия по проектной документации [1]:

- Полный осмотр частей водораспределительного и оросительного устройства градирни с возможностью отключения отдельных секторов орошения, необходимо производить не реже двух раз в год: перед летним и зимним режимом работы.

- Детальное обследование металлических каркасов вытяжных башен – не реже одного раза в 3 года. На основании детального обхода градирен составляется ведомость дефектов и неисправностей с указанием способов и сроков их устранения.

- В водосборном бассейне не должно быть физических дефектов. Проверку его гидравлической целостности необходимо производить в первые два года эксплуатации ежегодно, далее – не реже одного раза в три года. Проверка осуществляется путем наблюдения за уровнем воды в резервуаре в течение двух-трех суток при отключенной от других градирен и плотно закрытых шандорах на водоотводящих каналах.

- При заполнении отключенных участков циркуляционных усилить контроль за уровнями в градирнях и не допускать снижения уровня ниже нормального.

- После заполнения циркуляционных и чаши градирни, снятия разделительной шандоры, циркуляционные и градирня включаются в работу.

- Подпитка градирен производится речной водой от 2-х водоводов речной воды.

- При отключении циркуляционного или градирни закрываются соответствующие задвижки по схеме техводоснабжения.

При обслуживании градирен необходимо [1]:

- Следить за уровнем воды в бассейне градирен. Уровень воды должен быть на 100–150 мм ниже верхнего обреза переливной трубы.

- Следить за изменением давления сырой воды на ТЭЦ. При повышении давления может быть перелив градирен, при понижении давления сырой воды возможен упуск уровня.

- Регулярно раз в месяц производить осмотр колодцев, опробование и смазку арматуры.

- Следить за чистотой и порядком на территории вокруг градирен.

- Следить за исправным состоянием оросителя, наличием и чистотой сопловых насадок. Струя воды из насадок должна попадать в центр разбрызгивателей.

- В осенне-зимний период регулировать поступление воздуха в градирни с помощью поворотных щитов с таким расчетом, чтобы температура циркуляционной воды была в пределах 13–15 °С.

- Предотвращать образование льда на периферийной части оросителя, а в случае его образования принимать меры по удалению льда.

- Следить за чистотой и исправностью сортирующих решеток, производить периодическую их чистку раз в месяц, не допуская перепада более 10 см.

- Не допускать попадания в водосборный бассейн градирен досок, щитов, бумаги, веток и травы.

- Следить за исправностью поворотных щитов, не допускать их повреждений.

При работе вахтового персонала, осуществляющего эксплуатацию градирен, обязаны выполнять следующие требования [1]:

- ведение технического надзора и сдача градирни в эксплуатацию;

- обслуживание градирни;

- контроль должной работы градирни и устранения дефектов недоохлаждения в случае их выявления;

- контроль целостности конструкции градирни и своевременного устранения ее дефектов;

- обеспечивать экономичный режим работы градирни, исходя из условий наилучшего вакуума в конденсаторах паровых турбин ТА-1,2.

При использовании фильтрации, превышающей 3 л на 1 м² смачиваемой поверхности, водосборный бассейн необходимо слить, тщательно проверяя при этом состояние его покрытия, и ликвидировать обнаруженные дефекты – подтеки и выход влаги из него указывают на пористость и неплотность бетона. Колодцы для предотвращения переполнения водосборного бассейна оборудуются грязеудерживающими решетками. Непосредственно сам водосборный бассейн необходимо отчищать от ила и мусора по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Толщина слоя ила в бассейне не должна превышать 0,3 м. Грязеудерживающие решетки в водосливных колодцах водопереливных воронок водосборного бассейна должны поддерживаться в исправном состоянии, чистоте, не допуская перепада уровня воды в сетках более 10 см. Механизмы поворотных щитов тамбура и решеток водосборных приемков водосборного бассейна градирен необходимо поддерживать в исправном состоянии. Неверное распределение воды по площади оросителями является одной из главных и наиболее распространенных причин плохой работы градирни. Это происходит в большей мере из-за несовершенной конструктивной особенности разбрызгивающих сопел, их загрязнения, неисправности либо отсутствия, несоответствия фактического подпора воды у сопел расчетному, а также из-за неверного положения сопел по площади градирен. При напорном водораспределении необходимо производить промывку водораспределительных труб и очистку разбрызгивающих сопел, загрязнения, осевшие после промывки на ороситель, необходимо удалять. Обход водораспределительной системы следует проводить в летнее время не реже двух раз в месяц. При этом необходимо выявлять и своевременно ликвидировать проблемы с разбрызгиванием охлаждаемой воды по всем участкам расположения оросителей. При толщине обрастания накипи на поверхности более 1 мм необходимо устранять ее доступными средствами [4, 5]. При температурах наружного воздуха выше нуля градусов по Цельсию необходимо обеспечить фиксацию поворотных шибров противообледенительного тамбура в горизонтальном положении. Расход циркуляционной воды для нормальной работы градирни не должен превышать ее паспортных значений, иначе недостаток циркуляционной воды приведет к снижению ее охлаждающего эффекта. При режиме работы градирни с асбестоцементными оросителями главное внимание уделяется строго перпендикулярному располо-

жению асбестоцементных листов относительно ее фундамента, потому что при присутствии небольшого отклонения уменьшается их площадь смачивания, что приводит к ухудшению охлаждающего эффекта [4, 5]. В зимний период эксплуатации нежелательно отключать градирню с асбестоцементными оросителями, так как это может привести к повреждению (расколу) листов и их преждевременному разрушению. При использовании пластмассовых оросителей, изготовленных из полиэтилена, запрещается повышение температуры сбросной циркуляционной воды в водосборный бассейн с температурой выше 50 °С, так как это приведет к разрушению элементов оросителя. Вытяжные башни градирен сконструированы для создания наилучшей воздушной тяги и изготавливаются каркасно-обшивными. Каркас обшивной башни – металлический, обшивка каркаса градирни из алюминиевых гофрированных листов. При использовании градирен в работе требуется производить визуальный осмотр и следить, чтобы обшивка была плотной, поскольку в противном случае наружный воздух, проходя внутрь башни градирни, не попадая на оросители, уменьшит силу тяги и приведет к повышению температуры охлажденной воды в градирне. Пришедшие в негодность алюминиевые листы обшивки нужно своевременно заменять новыми. Необходимо вести контроль за осадком фундамента градирни: в первый год режима работы – три раза, во второй год – два раза, после этого до наступления стабилизации осадка фундамента один раз в год, а после стабилизации осадка (1 мм и менее) – один раз в 5 лет. Запрещается использовать прилегающую к градирне территорию под склад строительных материалов или оборудования, дороги и транспортные пути к градирне должны быть всегда свободными. Непосредственно по периметру градирни выстраивается асфальтобетонный или бетонный откос с обратным уклоном и кюветом в конце для того, чтобы удалить излишек воды из градирни.

В зимний период работы оборудования, при отрицательных температурах наружного воздуха происходит обмерзание шиберов, створок градирни и несущих конструкций ввиду высокой разности перепада температур воды в чаше градирни и температуры наружного воздуха. Вследствие чего створки

градирни и поры покрываются толстым слоем льда. Что приводит к ухудшению коэффициента теплоотдачи циркуляции воды, снижению КПД градирни и излишнему механическому напряжению конструкции градирни в целом.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагается наиболее оптимальный метод модернизации градирни путем установки паровых форсунок по периметру градирни и местоположению шиберов, а также подвода пара к этим форсункам, свободной нерегулируемой ступени паровой турбины для предотвращения обледенения градирни.

Для подвода пара к паровым форсункам градирни, при площади орошения 1200 м², согласно рекомендациям завода изготовителя редукционной установки достаточно давление пара на форсунке 0,16–0,2 МПа, при давлении в VIII нерегулируемом отборе пара 3,2 МПа. Что заставляет дополнительно установить отбора турбины к паровым форсункам редукционную установку.

Регулятор давления, управляемый автоматически задачиком или вручную на щите управления, поддерживает необходимое давление на выходе из РУ. Сеточное устройство обеспечивает снижение давления пара после РД. При повышении давления в РУ сработает предохранительный сбросной клапан [2, 6].

Выводы

Преимуществом данного метода является то, что данная установка обеспечит необходимое давление пара на входе в паровые форсунки и разгрузит давление в цилиндре паровой турбины при максимальных нагрузках.

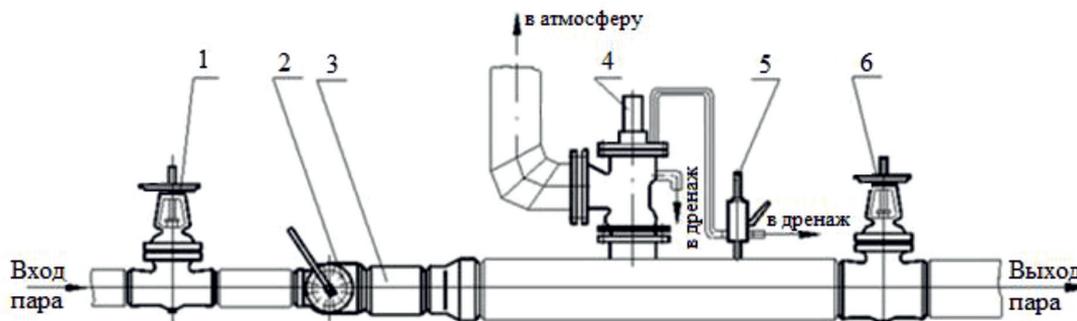


Рис. 2. Схема редукционной установки (РУ): 1 – Задвижка на входе пара с VIII отбора турбины; 2 – Регулятор давления (РД); 3 – Сеточное устройство; 4 – Предохранительный сбросной клапан; 5 – Дросель; 6 – Задвижка на выходе из РУ

Список литературы

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / М-во топлива и энергетики РФ, РАО «ЕЭС России»: РД 34.20.501-95. – 15-е изд., перераб. и доп. – М.: СПО ОРГРЭС, 1996. – 160 с.
2. Паровые и конденсатные сети промышленных предприятий: метод. указания к курсовому и диплом. проектированию для студентов специальностей «Энергообеспечение предприятий», «Теплогасоснабжение и вентиляция» очной формы обучения / Федер. агентство по образованию, Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-т, каф. теплогасоснабжения; [сост. Л.В. Кудрявцев [и др.]. – Волгоград: Изд-во ВолГАСУ, 2008. – 37 с.
3. Теплотехника: учеб. для инженер.-техн. специальностей вузов / под ред. А.П. Баскакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Бастет, 2010. – 324 с.
4. Трухний А.Д., Лосев С.М. Стационарные паровые турбины / Под ред. Б.М. Троянского. – М.: Энергоиздат, 1981. – 456 с.
5. Теплогенерирующие установки: учеб. для вузов по специальности «Теплогасоснабжение и вентиляция» / Г.Н. Делягин [и др.]. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Бастет, 2010. – 622 с.
6. Фокин В.М. Основы теплообмена в тепловых установках предприятий ЖКХ и АПК: учеб. пособие [для направлений «Теплоэнергетика и теплотехника», «Строво»] / В.М. Фокин, В.В. Володин, В.А. Глухарев; Федер. агентство по образованию, Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Волгоград: Изд-во ВолГАСУ, 2009. – 106 с.

УДК 533.682

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ МАСШТАБИРОВАННЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРУБ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЮНИНГЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Мустафаев И.С., Чубенко Е.Ф.

ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток,
e-mail: elena.chubenko@inbox.ru

Настоящая статья посвящена решению практической задачи построения масштабированной аэродинамической трубы в условиях испытательной лаборатории для проведения экспериментов по определению компонент полного воздушного сопротивления моделей автомобилей с различными конструкциями навесного оборудования, изготовленного методами 3D моделирования. Рассмотрено общее устройство аэродинамических труб и описана конструкция построенной испытательной установки. Приведено описание современных научных подходов для определения аэродинамических характеристик кузовов легковых автомобилей. Показаны отличия, установлены достоинства и недостатки натурных дорожных экспериментов по сравнению с трубными. Представлены описания результатов экспериментов по определению компонент полного воздушного сопротивления масштабированных моделей легковых автомобилей в построенной аэродинамической трубе. Получена статистическая база результатов экспериментов для решения технических задач об увеличении скорости автомобиля, улучшении управляемости, уменьшении воздушного сопротивления, улучшении экономических и экологических характеристик. Установлена возможность разработки новых способов определения составляющих аэродинамического сопротивления масштабных моделей легковых и грузовых автомобилей и определения компонент воздушных сопротивлений при изменении геометрических характеристик моделей – профильного, индуктивного и донного. Обосновано решение задачи именно об экономии топлива и экологичности транспортных средств. Представлены описания результатов экспериментов по определению компонент полного воздушного сопротивления масштабированных моделей легковых автомобилей в построенной аэродинамической трубе. Приведены основные показатели инновационного потенциала построенной трубы и перспективы ее применения в учебном процессе и научных исследованиях.

Ключевые слова: воздух, поток, критерии, подобие, натура, масштаб, аэродинамика, труба, тип, параметры, испытание, сходимость, условие, устройство

SOME ISSUES OF THE CONSTRUCTION OF SCALE AERODYNAMIC PIPES AND THE PROSPECTS OF THEIR APPLICATION IN TUNING OF VEHICLES

Mustafaev I.S., Chubenko E.F.

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: elena.chubenko@inbox.ru

The present article is devoted to solving the practical problem of constructing a scaled wind tunnel in the conditions of a testing laboratory for conducting experiments to determine the components of the total air resistance of car models with various designs of attachments manufactured using 3D modeling methods. The general arrangement of wind tunnels is considered and the design of the constructed test installation is described. The description of modern scientific approaches for definition of aerodynamic characteristics of bodies of cars is given. Differences are shown, advantages and disadvantages of full-scale road experiments are established in comparison with pipe ones. The descriptions of the results of experiments to determine the components of the total air resistance of scaled models of cars in a constructed wind tunnel are presented. The statistical database of experimental results for solving technical problems on increasing the speed of a car, improving controllability, reducing air resistance, improving economic and ecological characteristics is obtained. The possibility of developing new methods for determining the components of aerodynamic drag of scale models of cars and trucks and determining the components of air resistance when the geometric characteristics of the models – profile, inductive and bottom – are established. The solution of the problem is precisely the fuel economy and ecological compatibility of vehicles. Describes results of experiments to determine the component of the full air drag of scale models of cars built in the wind tunnel.

Keywords: air, flow, criteria, similarity, nature, scale, aerodynamics, pipe, type, parameters, test, convergence, condition, device

Улучшение аэродинамических показателей современных автомобилей является достаточно сложной инженерной задачей. Конструкции и формы легковых автомобильных кузовов ведущих производителей в настоящее время из плохо обтекаемых тел превратились в почти идеальные, что существенно изменило их эксплуатационные свойства, в частности – управляемость,

максимальную скорость, мощность, динамичность, устойчивость, комфортабельность. Но изучение аэродинамического сопротивления автомобиля не потеряло своей актуальности, так как после массы автомобиля оно является вторым по значимости фактором, влияющим на расход топлива. Установлено, что снижение величины суммарных аэродинамических сопротивлений

на 10% приводит к уменьшению расхода топлива на 5% [1, с. 244].

Уменьшение расхода топлива, кроме чисто экономической проблемы, является важной экологической задачей, которая приобретает все большую актуальность с улучшением качества жизни населения и, как следствие, с увеличением количества автомобильного транспорта.

В настоящее время крупные производители автомобилей для достижения целей применяют дорогостоящие аэродинамические комплексы, включающие, кроме полномасштабной трубы, аэроклиматическую и масштабированную. Применение масштабированной аэродинамической трубы на ранней стадии проектирования автомобиля обходится в сотни раз дешевле полномасштабного или натурального эксперимента. Испытания масштабированных моделей автомобилей менее трудоемки и существенно менее дорогостоящи, причем показывают высокую степень сходимости результатов экспериментов с расчетными методами [2, с. 118].

Развитие собственно расчетных методов определения аэродинамических характеристик автомобилей как в нашей стране, так и за рубежом направлено в основном на решение узких производственных задач, общая теория аэродинамики автомобиля не разработана до настоящего времени. Поэтому применение масштабированных аэродинамических труб для получения экспериментальных данных по изучению поведения автомобиля в скоростном воздушном потоке как с целью получения оптимальных форм проектируемых автомобилей, так и для решения задач тюнинга по улучшению динамических и эксплуатационных характеристик существующих транспортных средств является актуальным.

Сопоставимость натуральных результатов и экспериментов в аэродинамической трубе, а также расчетных методов является сложной научной задачей при отсутствии аэродинамической теории для автомобилей. Установление критериев подобия при переносе результатов эксперимента в аэродинамической трубе на дорожные условия предполагает динамическое и кинематическое подобие. Возможно выделить и технически обеспечить в эксперименте динамическое подобие масс и сил, геометрическое подобие модели и натурального объекта. Кинематическое подобие постоянства отношений скоростей и ускорений воздушных потоков в трубном модельном эксперименте подобия технически невозможно [3, с. 69].

Установлено, что значимым критерием для проведения эксперимента в масштабированной аэродинамической трубе является число Рейнольдса.

Для разработанной конструкции трубы определяющим является установление зоны автомодельности с учетом размеров модели путем изменения скорости потока, где величина коэффициента лобового сопротивления воздуха остается постоянной с изменением числа Re .

Научно значимым для разработанной конструкции аэродинамической трубы является определение переходного коэффициента для переноса результатов модельных испытаний на натурные объекты, также научно значимым является опытное определение составляющих полного воздушного сопротивления с использованием навесного оборудования, изготовленного методами 3D моделирования.

Из вышесказанного можно сделать выводы:

1) в исследованиях аэродинамических характеристик автомобилей широко применяются масштабированные трубы и модели автомобилей, которые значительно упрощают решение задач по определению полного воздушного сопротивления и его компонент, а также расширяют понимание фундаментальных явлений;

2) аэродинамическая характеристика модели для более полного определения физических процессов должна включать прежде всего величины коэффициентов лобового сопротивления [4, с. 60];

3) в настоящее время не исследованы составляющие аэродинамического сопротивления, такие как профильное, индуктивное и донное, а также отсутствуют методики определения перечисленных составляющих полного аэродинамического сопротивления;

4) только комплексное применение экспериментальных и расчетных методов позволит наиболее полно оценить аэродинамическое поведение автомобиля [5, с. 86].

На кафедре транспортных процессов и технологий ВГУЭС в лаборатории компьютерной диагностики и инструментального контроля автомобилей разработана и построена испытательная установка, состоящая: из несущей многопролетной рамы; масштабированной аэродинамической трубы; электродвигателя; нагнетающего вентилятора; ступенчатой ременной передачи; диффузоров; выпрямляющей решетки; неподвижной платформы с масштабированной моделью автомобиля; датчиков скорости потоков воздуха и измерительной системы (рис. 1).

Рабочая часть испытательной аэродинамической трубы изготовлена из листа оргстекла и усилена тремя металлическими бандажными кольцами толщиной 0,2 мм. Представляет собой пустотелый цилиндр с неподвижной платформой для исследуемой модели, в перспективе с бегущей лентой для имитации дороги и вращения колес. Сопло круглого сечения диаметром 480 мм. Длина рабочей части трубы составляет 1150 мм.

Несущая конструкция представляет собой многопролетную раму, изготовленную из стальных уголков 50x50 мм. К бандаж-

ным кольцам прикреплена стержневая система стабилизации аэродинамической трубы, соединенная с помощью сайлентблоков с рамой для гашения вибраций и колебаний, создаваемых вентилятором и электродвигателем. Основой системы стабилизации являются стальные стержни диаметром 6 мм и сайлентблоки резиново-металлические с диаметром наружной обоймы 30 мм.

Диффузоры (рис. 2) предназначены для превращения кинетической энергии в энергию давления воздуха. Диффузоры представляют собой усеченные конусы, изготовленные из оцинкованного железа толщиной 0,1 мм.

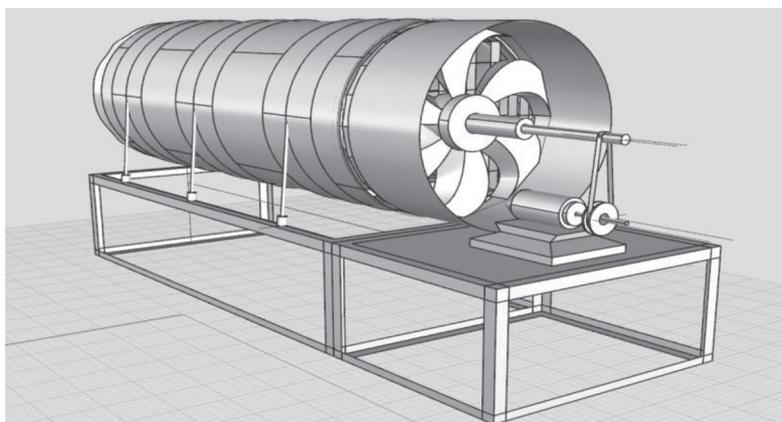


Рис. 1. Испытательная установка с аэродинамической трубой

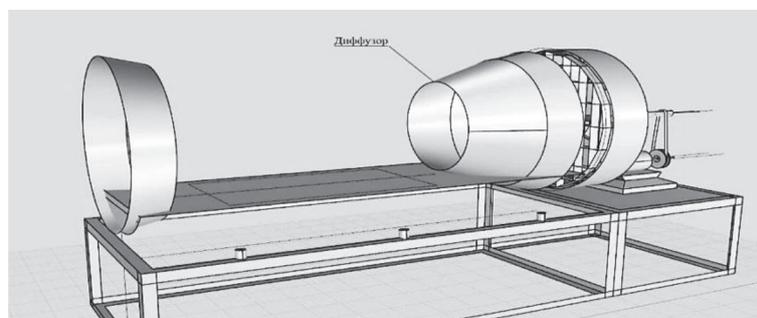


Рис. 2. Диффузоры

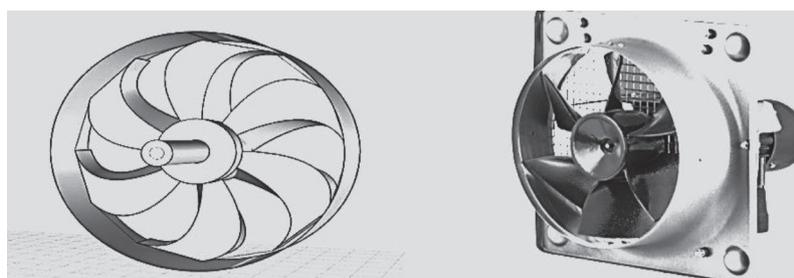


Рис. 3. Осевой вентилятор серии HDB/HDT

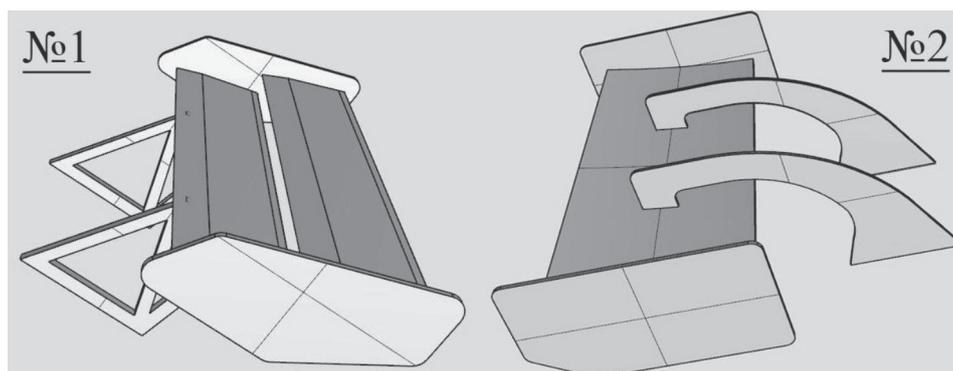


Рис. 4. Масштабированные антикрылья

Подвесной шестилопастной нагнетающий осевой вентилятор (рис. 3) серии HDB/HDT изготовлен из алюминия, закреплен с помощью резьбового соединения с ведущим валом установки. Посадочный диаметр вентилятора – 21 мм, производительность – 2640 м³/ч, высота – 400 мм, ширина – 400 мм.

Двигатель АПН011/2 – трехфазный, асинхронный, используется в связи с широкими возможностями регулирования частоты вращения. Номинальная мощность – 0,8 кВт, частота вращения – 3000 об/мин, диаметр выходного вала – 10 мм.

В основу эксперимента положены масштабированные радиоуправляемые полноприводные модели автомобилей Chevrolet Camaro и Subaru Impreza, имеющие электрический двигатель, масляные амортизаторы с пружинами, шасси особой прочности и специальные шины.

На базе лаборатории «FabLab» ВГУЭС были спроектированы и изготовлены методом 3D моделирования антикрылья как элементы тюнинга (рис. 4), для дальнейшего изучения их характеристик в испытательной аэродинамической трубе.

Максимальная скорость воздушного потока в разработанной аэродинамической трубе составила 60 м/с. Диапазон изменения рабочих скоростей при испытании масштабных моделей легковых автомобилей составляет 40–50 м/с. По результатам 10-кратных измерений для модели легкового автомобиля доверительный интервал для коэффициента лобового сопротивления S_x составляет $\pm 0,0067$ (2,5%) при скорости 40 м/с и $\pm 0,0041$ (1,2%) при скорости 50 м/с. Для коэффициента подъемной силы доверительный интервал при скорости 40 м/с составляет $\pm 0,0095$ (5,2%) и при скорости 50 м/с $\pm 0,0048$ (2,7%). Начальная степень турбулентности потока $\varepsilon = 0,56\%$. Коэффи-

циент поля трубы $\mu = 1,12$. Масштаб модели легкового автомобиля – 1:10.

Все масштабные модели устанавливались относительно неподвижного экрана с одним постоянным по величине дорожным просветом.

Для возможности сравнения весовых нагрузок на модель скорость продувки в каждом эксперименте была постоянной. Рабочая скорость выбиралась по результатам определения зоны автомодельности, т.е. при постоянстве числа Re .

Анализ полученных результатов экспериментов показал хорошую сходимость и позволил сделать следующие выводы по исследованию:

1) разработана и изготовлена масштабированная аэродинамическая труба для изучения компонент полного воздушного сопротивления и влияния различных конструктивных элементов кузова автомобиля на его аэродинамические характеристики;

2) разработаны и изготовлены методами 3D моделирования элементы навесного оборудования кузова (две конструкции антикрыльев), влияющие на аэродинамические характеристики автомобиля;

3) экспериментально получены значения коэффициентов лобового сопротивления масштабированных моделей легковых автомобилей с различным навесным оборудованием как части полного аэродинамического сопротивления;

4) практическим результатом проведенных экспериментов при настоящем состоянии масштабированной аэродинамической трубы и ее измерительной системы можно признать полученные значения коэффициентов лобового сопротивления для моделей, пригодные для проведения качественного анализа, из которого следует, что не оборудованная разработанными антикрыльями модель имеет наименьшее лобовое сопротивление.

Разработанная авторами масштабированная аэродинамическая труба имеет инновационный потенциал по следующим показателям:

– получение статистической базы результатов экспериментов для решения технических задач об увеличении скорости автомобиля, улучшении управляемости, уменьшении воздушного сопротивления, улучшении экономических и экологических характеристик;

– разработка новых способов определения составляющих аэродинамического сопротивления масштабных моделей легковых и грузовых автомобилей, определение компонент воздушных сопротивлений при изменении геометрических характеристик моделей – профильного, индуктивного и донного;

– решение задачи именно об экономии топлива и экологичности транспортных средств, что является прямым следствием данной работы;

– является основой лабораторной базы для дисциплины «Тюнинг автомобиля» и может быть применена в учебном процессе ВГУЭС.

Заключение

На кафедре транспортных процессов и технологий ВГУЭС в лаборатории компьютерной диагностики и инструментального контроля автомобилей решена сложная основная задача проектирования и построения работоспособной масштабированной аэродинамической трубы для экспериментального определения компонент воздушного сопротивления в режиме обращенного движения на уменьшенных моделях автомобильного транспорта со сменным навесным оборудованием.

Областью применения трубы является учебный процесс, НИР и НИРС.

Изготовлены методами 3D моделирования две конструкции антикрыльев, которые способны оказать влияние на основные компоненты аэродинамического сопротивления моделей транспортных средств, а именно на подъемную силу, действующую на автомобиль при больших скоростях движения.

Получены экспериментальные данные коэффициентов лобового сопротивления моделей в первичном эксперименте, с помощью которых возможно теоретическое

определение других компонент сопротивления, разработка способов комплексного подхода, т.е. комбинации расчетных методов и экспериментальных, с сохранением достоверности результатов.

Результаты данной работы имеют теоретическую значимость, так как способствуют разработке аэродинамической теории поведения автомобилей, которая в настоящее время находится в зачаточном состоянии по сравнению с теорией летательных аппаратов.

Практическую значимость данной работы трудно переоценить. Подобные экспериментальные установки имеются только в крупных автомобильных вузах, и их параметры работоспособности не позволяют оценить полное аэродинамическое сопротивление ни качественно, ни количественно, задачи решаются узкими практически методами.

Настоящая экспериментальная установка при дальнейшем развитии лабораторной базы может быть применена для решения не только практических задач, но и для вклада в разработку аэродинамической теории автомобилей.

В дальнейшем планируется создание второй аэродинамической трубы с закрытым контуром, в которой для соблюдения реальных дорожных условий будет применено удаление пограничного слоя с опорной поверхности, замененной бегущей лентой для имитации вращения колес.

Список литературы

1. Мустафаев И.С. Влияние внешнего дизайна автомобиля на аэродинамические характеристики / И.С. Мустафаев, Е.Ф. Чубенко // Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие Дальневосточного региона России и стран АТР: материалы XIX междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2017. – Т. 4. – С. 243–246.
2. Евграфов А.Н. Аэродинамика автомобиля: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГИУ, 2010. – 356 с.
3. Банников В.А. К вопросу экспериментального определения воздушного сопротивления движению автомобиля и сопротивления качению колеса / В.А. Банников // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2013. – № 4. – С. 67–71.
4. Королев Е.В. Аэродинамические трубы как инструмент исследования / Е.В. Королев, Р.Р. Жамалов, А.И. Котин // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 12. – С. 54–62.
5. Белогуров Е.А. Определение силы аэродинамического сопротивления автомобиля дорожным методом / Е.А. Белогуров // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2014. – № 4. – С. 85–91.

УДК 669:546.73

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ТЕРМИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ОТХОДОВ КОМБИНАТА «ТУВАКОБАЛЬТ»**Очур-оол А.П., Кысыдак А.С., Оолакay З.Х.***ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», Кызыл, e-mail: adacka@mail.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию промышленных отходов цветной металлургии и комплексной переработки с применением экологически безопасных технологий обогащения с одновременной их ликвидацией как очага загрязнения окружающей среды региона. Имеющиеся в республике месторождения природных плавней – пегматитов и полевых шпатов не разрабатываются и требуют больших затрат для освоения из-за сложных горнотехнических условий. Поэтому применение техногенных отходов экономичнее и одновременно позволяет решить две проблемы – экологическую и сырьевую. Перспективная технология переработки техногенного сырья включает извлечение вредных компонентов из отходов и применение как добавки к строительным материалам. Для определения возможности использования техногенных отходов в производстве строительной керамики проведено комплексное исследование его свойств, то есть исходные отходы комбината «Тувакобальт» подвергнуты механической активации. Для этого изучено влияние механоактивации на термическую обработку отходов цветной металлургии комбината «Тувакобальт».

Ключевые слова: отход цветной металлургии, шлам, кобальт, мышьяк, механоактивация, дифференциально-термический анализ, обжиг отходов

EFFECT OF MECHANICAL ACTIVATION ON THERMAL WASTE TREATMENT PLANT «TOUCHBALL»**Ochur-ool A.P., Kysydyak A.S., Oolakay Z.Kh.***Tuva State University, Kyzyl, e-mail: adacka@mail.ru*

This article is devoted to the study of industrial waste of non-ferrous metallurgy and processing with the use of ecologically safe technologies of enrichment with simultaneous elimination as a source of environmental pollution in the region. Available country in the field of natural floodplains – feldspars and pegmatites are not developed and require large expenditures for development due to difficult mining conditions. Therefore, the use of industrial waste is more economical and allows to solve simultaneously two problems – environmental and raw materials. A promising technology of processing of industrial raw materials includes extraction of harmful components from waste and use as an additive for construction materials. To determine the possibility of using industrial waste in production of building ceramics, conducted a comprehensive study of its properties, that is, the original waste plant «Touchball» subjected to mechanical activation. For this we studied the influence of mechanical activation on the thermal processing of waste of non-ferrous metallurgy plant «Touchball».

Keywords: waste of non-ferrous metallurgy, sludge, cobalt, arsenic, mechanical activation, differential thermal analysis roasting waste

В настоящее время на территории Республики Тыва имеются отходы промышленности, которые образованы в результате работы горнорудного комбината (переработка минерального сырья), они хранятся в больших участках (в хранилищах). Они загрязняют окружающую среду, занимают огромные земельные участки и при распространении вредных составляющих опасны для человека.

Поскольку отвалы это ценное техногенное сырье, решение экологической проблемы мышьяковых отвалов видится в их комплексной переработке с применением экологически безопасных технологий обогащения с одновременной их ликвидацией как очага загрязнения окружающей среды региона. Перспективная технология переработки техногенного сырья включает извлечение вредных компонентов из отходов.

Имеющиеся в республике месторождения природных плавней – пегматитов и полевых шпатов не разрабатываются и требуют больших затрат для освоения из-за сложных

горнотехнических условий. Поэтому применение техногенных отходов экономичнее и одновременно позволяет решить две проблемы – экологическую и сырьевую [1, 2].

Одним из наиболее экологически опасных объектов в республике являются участки (хранилища) отходов, содержащих вредные компоненты от гидromеталлургического комбината «Тувакобальт». Минерало-химический состав техногенных отходов, содержащих вредные компоненты комбината, показал наличие карбонатов (доломит и магнезит), которые при использовании их в керамическое сырье имеют решающее значение [1–3].

Мышьяксодержащие отходы, накопленные в захороненных картах комбината «Тувакобальт», в условиях контакта с окружающей средой представляют серьезную экологическую опасность для региона. За 20 лет работы комбината «Тувакобальт» в 5 отвалах было накоплено не менее 1,5 млн тонн шламовых отходов. Установлено,

что основной очаг загрязнения охватывает территорию площадью 2 км², где содержание мышьяка в почве составило от 23 до 40 ПДК. В почвах территорий, удаленных от комбината на 5–30 км, содержание мышьяка уменьшается от 12 до 2,7 ПДК. Изучение загрязненности мышьяком растительного покрова показало, что их степень загрязнения ($H_c = CAs/СПДК$) изменяется от 2 до 400 в зависимости от расстояния между точкой отбора и хранилищем отходов [1, 4–6].

Для исключения распространения вредного компонента необходима переработка указанных отходов для вывода мышьяка. Научными сотрудниками ТувИКОПР СО РАН был разработан способ удаления мышьяка из отходов извлечения кобальтового концентрата. Способ включает твердофазный обжиг отходов в смеси с содой для связывания мышьяка в водорастворимую форму арсената натрия. Затем ведут водное выщелачивание и осаждение из раствора мышьяка. При этом для получения продукта от водного выщелачивания с низким остаточным содержанием мышьяка 0,7% твердофазный обжиг ведут при 850 °С с получением продукта обжига, содержащего 2,9% мышьяка. Водное выщелачивание продукта обжига ведут со степенью извлечения 84%. Осаждение из раствора мышьяка проводят в виде сульфида мышьяка сульфидом натрия при значении рН 3 со степенью осаждения 99,6%, а фильтрат с содержанием мышьяка 0,02 г/л для удаления остаточного количества мышьяка путем нейтрализации и осаждения соединениями железа доводят до санитарных норм. Техническим результатом является получение малотоксичного товарного продукта сульфида мышьяка и продукта от водного

выщелачивания с низким остаточным содержанием мышьяка [6, 7].

Для ускорения процесса разложения мышьяксодержащих соединений исходные вредные отходы подвергаются термической обработке, чтобы перевести мышьяк в более активное состояние.

Целью данной работы является изучение влияния температуры обжига на свойства обожженного материала из отходов комбината «Тувакобальт».

Механоактивация позволяет гомогенизировать сырье, менять его физико-химические свойства, сделать более реакционноспособным при спекании. Чтобы добиться положительного эффекта от введения в керамическую смесь техногенных отходов, необходимо понимать его влияние на структуру и свойства материала, что требует тщательного изучения их фазообразования.

Для определения возможности использования техногенных отходов в производстве строительной керамики проведено комплексное исследование его свойств, то есть исходные отходы комбината «Тувакобальт» подвергнуты механической активации на планетарной мельнице АИР – 0,015 при центробежном факторе 45g. Стальные шары размером 2–10 мм используют в качестве мелющих тел. Соотношение массы шаров к массе измельчаемого вещества составляло 1:20. Время активации – 3, 6 и 9 мин. На приборе фирмы NETZSCH STA 409 PC/PG проведен термический анализ шламовых отходов, пробы нагревались в корундовых тиглях до температуры 1100 °С со скоростью 50 °С в минуту при продувании азотом. Термограммы исходного и активированного шламовых отходов представлены на рис. 1 и 2.

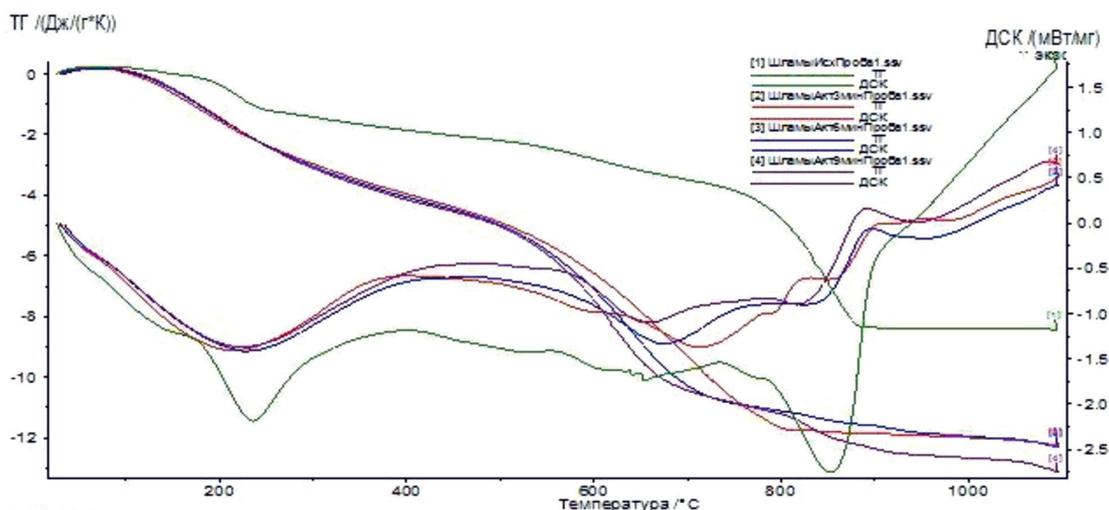


Рис. 1. Влияние дифференциально-термического анализа на термограмму кривых исходной пробы

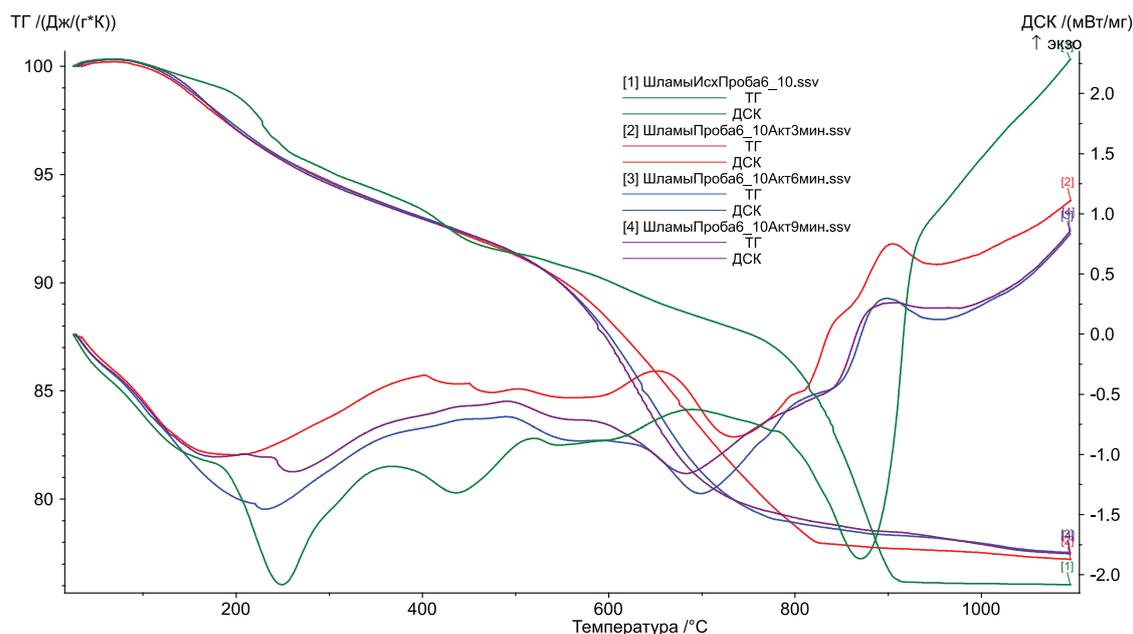


Рис. 2. Влияние дифференциально-термического анализа на термограмму кривых активированной пробы

Активированные и исходные пробы дифференциально-термическим анализом (ДТА) при обработке термического обжига проявляют себя по-разному, после механической активации термограммы (ТГ) – кривые по графику существенно изменяются. В результате действия механизированной активации образуется состав с другими структурами, т.е. аморфная, и разрушается структура кристаллических веществ, эти кривые видно при сравнении с термическим анализом (ДТА) и термограммой (ТГ). У механоактивированных проб заметно отмечается понижение температурного обжига в положении максимального термического эффекта, что приводит к существенному отходу промышленности к существенному повышению реакции. Из рис. 2 видно, что на кривой дифференциально-термического анализа исходной пробы отмечаются следующие термические эффекты: – при 237 °С эндозффект связан с дегидратацией гидроксидов железа, в этом пике масса пробы соответственно уменьшается, который от исходной навески составляет 1,97%; – при 734 °С эндозффект показывает, что убыль массы составляет 5,87%; – при 853 °С эндозффект показывает, что с разложением карбонатной составляющей масса понижается до 15,8%.

У механически активированных проб некоторые пики термических эффектов исчезают, появляются новые пики экзотерм,

что свидетельствует об окислительных процессах. Понижение температуры в положении второго эндозффекта у механоактивированных проб, обработанных в течение 3 мин составляет на 140 °С меньше, 6 мин. – на 178 °С, 9 мин. – на 195 °С, чем у исходной пробы.

При термическом обжиге отходов дифференциально-термический анализ (ДТА) показал, что в пределах 421–749 °С идет первая эндотермическая реакция. Последующий эндозффект зафиксирован в интервале 820–880 °С. Единственная экзотермическая реакция имеет пик при 980 °С, что связано с новообразованием кристаллизации. Характер термограммы отходов извлечения комбината «Тувакобальт» более похож на кривые дифференциально-термического анализа глинистых пород высокого содержания карбонатов [4].

Объемное увеличение изделий наблюдается при термическом обжиге отходов в пределах 301–649 °С, что обусловлено расширением кварцевых частиц. Потом с образованием жидкого легкоплавкого расплава наступает усадка изделий. При этом после 800 °С наблюдается значительное накопление жидкой фазы. Шламовые отходы способны спекаться при термической обработке свыше 900 °С, что свидетельствует о результате величины усадки, которое достигает 0,79% [1–3].

Таблица 1

Физико-механические характеристики обожженных изделий

Температура обжига, °С	Объемная масса, г/см ³	Усадка, %	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа
951	1,92	4,8	18,5	39,4
1050	1,97	6,7	10,8	57,5
1151	2,04	10,4	3,2	84,3

Для подтверждения данного вывода из пробы отходов влажностью 67% путем полусухого прессования с удельным давлением 20 МПа изготовлены опытные образцы-плитки размерами 50x50x5 мм и подвергнуты к обжигу в интервале 951–1151 °С с изотермической выдержкой 1 ч. В табл. 1 приведены физико-механические характеристики обожженных изделий.

Анализ полученных данных показывает, что введение в состав керамической шихты отходов извлечения кобальтового концентрата активно влияет на спекание массы, в результате обжига при 951–1051 °С, из шламовых отходов (без расшихтовки) формируется керамический материал (водопоглощение более 10%) с достаточной прочностью (более 10 МПа). Добавка 10% отходов и 5% кварцита позволяет повысить плотность черепка до 1,92 г/см³ и уменьшить усадку до 1,4%, что свидетельствует о более интенсивном протекании процесса спекания при значительном снижении усадочных явлений. Значительное спекание массы из отходов происходит, в результате водопоглощения керамического материала, уменьшается до 3,2%. Керамический материал с таким водопоглощением и пористостью с дальнейшим повышением температуры до 1150 °С классифицируется как плотным материалом (водопоглощение менее 5%). Обожженные образцы при 1151 °С, с низким водопоглощением и высокой прочностью, объясняется тем что они с другим фазовым составом и структурой [1]. Исследования под микроскопом показали, что в образцах по всей площади стеклофаза распределена равномерно и содержание достигает 51%. Зону контакта стеклофазы трудно отличить от других тугоплавких компонентов, в связи с растворением поверхности последних. Анализом рентгенофаз выявлено, что в фазовом составе черепка зафиксировано наличие таких новых соединений, как анортит (рефлексы 0,320; 0,252; 0,213 нм), муллит (0,541; 0,288; 0,269; 0,220 нм), отличающихся высокой прочностью. Изучение микроструктуры обожженных при 1151 °С образцов показывает, что между плотно спекшимися частицами имеются закрытые мелкие и крупные поры, которые изоли-

рованы и однородны. Желто-зеленый цвет имеют полученные изделия.

Химический анализ показал, что отход после обжига (табл. 2) отличается высоким содержанием щелочноземельных оксидов (CaO и MgO), общая сумма которых составляет 31,851%. Следует отметить повышенное содержание оксида железа. В отходах присутствуют оксиды SiO₂ и Al₂O₃. Их пониженное содержание свидетельствует о легкоплавкости сырья, что показывает низкая температура огнеупорности – 1180 °С. Содержание оксидов тяжелых металлов и оксида As₂O₃ находится в пределах допуска [1, 3].

Таблица 2

Химический анализ отхода после обжига

Оксиды	Содержание, %
Na ₂ O	13,71
MgO	4,811
Al ₂ O ₃	6,578
SiO ₂	27,36
P ₂ O ₅	0,2891
SO ₃	0,1258
Cl	0,07623
K ₂ O	2,038
CaO	27,04
TiO ₂	1,032
Cr ₂ O ₃	0,03571
MnO	0,2360
Fe ₂ O ₃	14,44
CoO	0,09528
NiO	0,06803
CuO	0,1488
ZnO	0,1413
As ₂ O ₃	1,729
Y ₂ O ₃	0,01955
CdO	0,01803
Sum	100,0

Таким образом, шламовые отходы комбината «Тувакобальт», содержащие вредные компоненты, загрязняющие окружающую среду, можно использовать в производстве строительных материалов различного назначения. Термическая обработка отходов

позволяет нейтрализовать вредные компоненты, также позволяет решить проблему со строительными материалами в местном строительстве, так как в Республике Тыва большинство строительных материалов привозные.

Список литературы

1. Кара-Сал Б.К. Керамические строительные материалы, полученные обжигом при пониженном давлении (технология, структура и свойства): дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05 / Борис Комбуй-оолович Кара-Сал; Новосибирский гос. арх. ун-т. – Кызыл, 2006. – 307 с.
2. Очур-оол А.П. Состояние шламовых отходов комбината «Тувакобальт» в отвалах / А.П. Очур-оол // SCIENCE, TECHNOLOGY AND LIFE-2014: Proceedings of the international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary. 27–28 December. – 2014. – P. 245–248.
3. Очур-оол А.П. Удаление вредных компонентов отходов комбината «Тувакобальт» методом выщелачивания / А.П. Очур-оол // Актуальные вопросы технических наук: сборник материалов международной научной конференции / (27–29 марта 2014 г., Москва). – М., 2014. – С. 78–80.
4. Копылов Н.И. Проблемы мышьяк содержащих отходов / Н.И. Копылов; отв. ред. Г.А. Толстикова; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т химии твердого тела и механохимии. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2012. – 182 с.
5. Копылов Н.И. Мышьяк / Н.И. Копылов, Ю.Д. Каминский; под ред. Г.А. Толстикова. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 367 с.
6. Копылов Н.И. Комбинированный способ извлечения мышьяка из отходов / Ю.Д. Каминский, А.П. Очур-оол // Химическая технология. – 2011. – Т. 12, № 8. – С. 498–500.
7. Пат. 2477326 Российская Федерация, МПК C22B. Способ удаления мышьяка из отходов кобальтового производства / М.О. Молдурушку, Б.К. Кара-Сал, Ю.Д. Каминский; заявитель и патентообладатель ТувИКОПР СО РАН. – № 2011116390/02; заявл. 25.04.2011; опубл. 10.03.2013.

УДК 62-2:631.319.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТИПОВ И ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РЫХЛИТЕЛЯ-ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ПОЧВЫ РВП-4

Рзалиев А.С., Грибановский А.П., Голобородько В.П., Бекмухаметов Ш.Б., Сопов Ю.В., Суюндуков А.А.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (КазНИИМЭСХ), Алматы, e-mail: shabdenkz@mail.ru

В статье приводятся результаты полевых испытаний экспериментального образца рыхлителя-выравнивателя почвы в условиях Юга Казахстана на операции по предпосевному мелкому рыхлению и выравниванию почвы. Орудие комплектовалось: передней выравнивающей доской; стрельчатыми лапами; задним выравнивающим устройством (зубовой подпружиненной бороной); катками кольчатым и прутковым. Результаты испытаний показали, что орудие работоспособно. Качественные показатели обработки почвы были удовлетворительными. Определялась сравнительная эффективность работы пруткового и кольчатого катка с шагом колец 50, 100, 150 и 200 мм. Кольчатый каток обеспечил лучшие качественные показатели обработки почвы по сравнению с прутковым. Стабильную работу комбинированного орудия при удовлетворительных качественных показателях обработки почвы обеспечил прутковый каток с шагом колец 100 мм. Максимальная выровненность поверхности почвы наблюдалась при угле наклона выравнивающей доски 75°. При меньшем угле наклона поднимаемой доской почвы было недостаточно для выравнивания, а при большем угле наклона образовывался избыток почвы, который приводил к образованию борозд после прохода культиваторных лап. На основании проведенных исследований были определены оптимальные типы и параметры рабочих органов рыхлителя-выравнивателя, обеспечивающие качественное выполнение операций по предпосевной подготовке почвы. На основании полученных результатов исследований разработано техническое задание и чертежная документация на опытный образец.

Ключевые слова: рыхлитель-выравниватель почвы, прутковый каток, кольчатый каток, шаг между кольцами катка, выравнивающая доска, угол наклона доски, зубовая борова, чизельные рыхлители, экспериментальный образец, полевые испытания, рыхление, выравнивание, глубина обработки, крошение, гребнистость

DETERMINATION OF OPTIMAL TYPES AND PARAMETERS FOR WORK TOOLS OF RVP-4 SOIL RIPPER-LEVELER

Rzaliev A.S., Gribanovskiy A.P., Goloborodko V.P., Bekmukhametov Sh.B., Sopov Yu.V., Suyundukov A.A.

Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture LLP (KazSRIMEA), Almaty, e-mail: shabdenkz@mail.ru

An article is considered the results of field tests of an experimental sample of the ripper – the land leveler in the conditions of the South of Kazakhstan on operation for presowing small ripping and land planing. The implement was completed: a front leveling board; centre hoes; the rear leveling device (the spike-tooth spring harrow); disk and rod roller. The testing results showed that the implement is efficient. Quality indicators of tillage were satisfactory. The comparative efficiency of work of the disk and rod roller with a step of rings of 50, 100, 150 and 200 mm was determined. The disk roller provided the best quality indicators of tillage in comparison with rod roller. Stable functioning of the combined implement at satisfactory quality indicators of tillage provided by the rod roller with the step of rings of 100 mm. The maximum leveling of the soil surface was observed at an angle of inclination of the leveling board 75°. The soil was not enough for leveling at the smaller angle of inclination by the raised board, and an excess of soil was formed at a greater inclination angle, which led to the formation of the furrows after the going the hoes. There were determined on the basis of the conducted studies, the optimal types and parameters of the working elements of the ripper-land leveler, providing the qualitative performing of the operations for presowing soil preparation. The performance specification and drawing documentation for the prototype were developed on the basis of the received research results.

Keywords: soil ripper-leveler, rod roller, disk roller, clearance between rings, leveling plate, tilt angle of the plate, toothed harrow, chisel rippers, test model, field-based tests, soil ripping, soil leveling, tilling depth, soil pulverization, ridgeness

Площадь орошаемых земель на Юге Казахстана составляет 1200 тыс. га. Технология подготовки почвы под посев сельскохозяйственных культур в южном регионе Казахстана включает основную и предпосевную обработку почвы [1–3]. Анализ агротехнологических показателей предпосевной обработки почвы в хозяйствах орошаемой зоны Алматинской области по-

казал, что обработка почвы однооперационными машинами (плугами, дисковыми боронами, культиваторами) недостаточно эффективна, так как требует значительного количества проходов МТА по полю, приводящих к разрушению структуры почвы и ее иссушению. В связи с этим возникает необходимость в создании комбинированного орудия, выполняющего предпосевное

рыхление почвы, ее выравнивание и прикатывание, а также разуплотнение плужной подошвы почвы путем ее чизелевания на глубину до 30–35 см.

Разработанный нами рыхлитель-выравниватель почвы РВП-4 комплектовался рабочими органами для предпосевной обработки и выравнивания поверхности поля и рабочими органами для глубокого рыхления почвы, в том числе:

- передней выравнивающей доской;
- стрельчатыми лапами (КПЭ-3,8; КТС-10-1);
- задним выравнивающим устройством;
- катками (кольчатый и прутковый);
- чизельными глубокорыхлителями.

В 2016 г. был изготовлен экспериментальный образец РВП-4.

В статье приведены результаты полевых испытаний орудия на операции по предпосевному рыхлению и выравниванию почвы.

Основной выравнивающий и крошащий эффект при работе машины достигался за счет использования стрельчатых лап, однако при влажности почвы более 14% в результате ее налипания на стрельчатые лапы за ними образовывалась борозда [4], для заделки которой и улучшения крошения почвы сзади устанавливались выравнивающие устройства (зу-

бовая подпружиненная борона и каток). Как показывают результаты исследований ряда авторов, на качество обработки почвы в значительной степени влияют тип и параметры используемых в почвообрабатывающем орудии катков [5–7].

Основные технические характеристики рыхлителя-выравнивателя почвы приведены в табл. 1.

Согласно полученным данным условия испытаний были типичными для зоны Юга Казахстана (высокая комковатость поверхности почвы).

На рис. 1 показан экспериментальный образец РВП-4 на полевых испытаниях различных типов катков.

Испытания проводились по фону зяблевой вспашки на глубину до 23 см и весеннего закрытия влаги зубowymi боронами на глубину до 4 см.

Результаты испытаний показали, что орудие работоспособно. Качественные показатели обработки почвы экспериментальным образцом РВП-4 в процессе испытаний были удовлетворительными и соответствовали агротребованиям.

Определялась сравнительная эффективность работы пруткового и кольчатого катка с шагом колец 50, 100, 150 и 200 мм.

Таблица 1

Техническая характеристика и основные требования к рыхлительно-выравнивателю РВП-4

Наименование	Показатели
Ширина захвата, м:	4,0
Глубина рыхления почвы, см:	
– стрельчатыми лапами	до 16
– чизельными рабочими органами	до 35
Агрегируется с тракторами класса	2,0; 3,0
Рабочая скорость, км/ч	до 10
Транспортная скорость, км/ч	до 15
Расчетная производительность, га/ч	до 4,0



а) с кольчатым катком



б) с прутковым катком

Рис. 1. Экспериментальный образец рыхлителя-выравнивателя почвы в работе

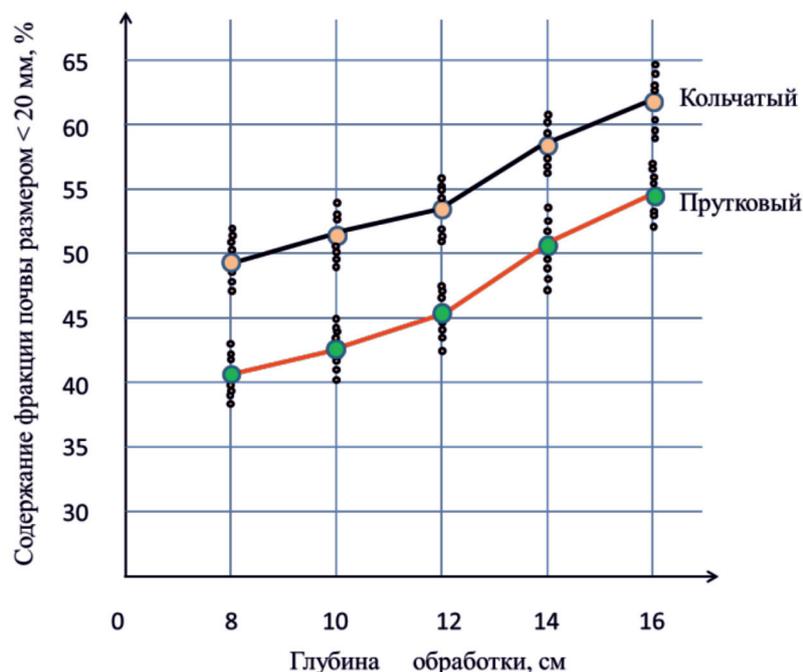


Рис. 2. Зависимость качества крошения почвы от глубины обработки и типа прикатывающего катка

Таблица 2

Содержание крупнокомковатой фракции почвы размером более 50 мм

Тип катка	Содержание крупнокомковатой фракции почвы размером более 50 мм после прохода РВП-4, %					
	По агротребованиям	Глубина обработки, см				
		8	10	12	14	16
Прутковый	Не более 3	6,5	6,3	6,0	5,5	4,7
Кольчатый		4,0	3,7	3,0	2,5	2,2

Качество крошения почвы при использовании пруткового катка было ниже, на что указывает содержание мелкокомковатой фракции почвы размером < 20 мм (рис. 2). Согласно полученным данным при проходе орудия с прутковым и кольчатым катками содержание мелкокомковатой фракции почвы в зависимости от глубины обработки соответственно составило 40–55% (прутковый каток) и 50–65% (кольчатый каток). С увеличением глубины обработки почвы содержание агрономически ценной фракции (менее 20 мм) повышалось, а крупнокомковатой – снижалось (табл. 2).

При использовании пруткового катка, как следует из табл. 2, содержание крупнокомковатой фракции почвы размером более 50 мм было выше допустимого агротребованиями, разработанными на орудие.

При исследовании влияния типа катков и глубины обработки на гребнистость поверхности почвы (рис. 3) было установлено, что кольчатый каток обеспечил лучшую выровненность поля по сравнению с прутковым. Увеличение глубины обработки почвы отрицательно сказалось на выровненности поверхности почвы. Так, гребнистость имела минимальную величину при минимальной глубине обработки (8 см) как при компоновке РВП-4 с прутковым катком, так и кольчатым. При работе РВП-4 с прутковым катком гребнистость поверхности почвы превышала допустимые 5%, приведенные в агротребованиях.

В связи с этим прутковый каток был заменен на кольчатый, в котором регулировался шаг расстановки колец.

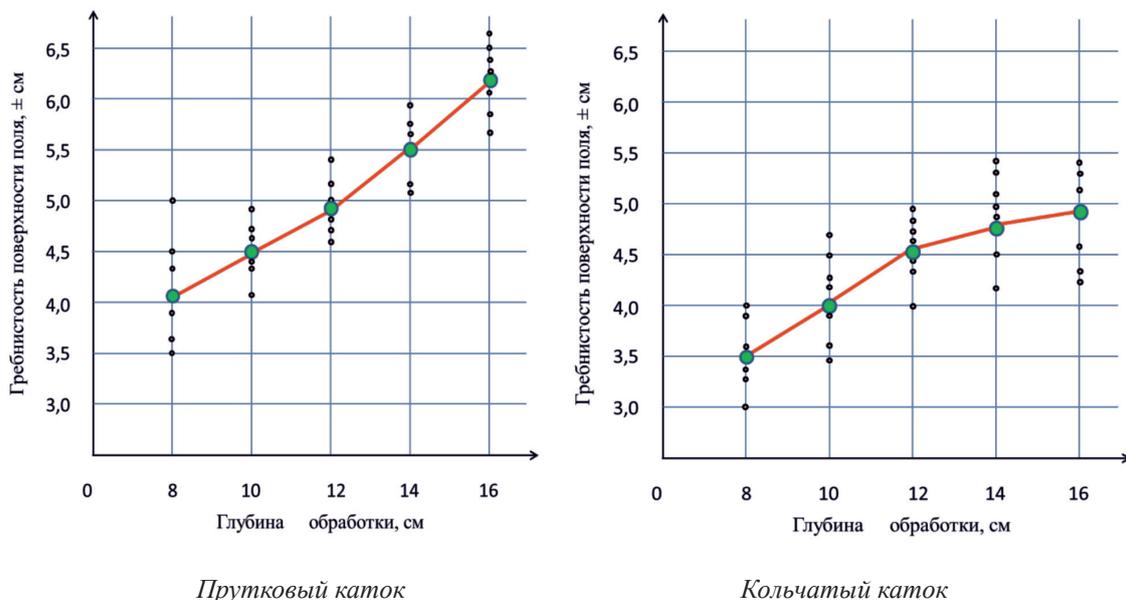


Рис. 3. Зависимость гребнистости поверхности почвы от глубины обработки и типа прикатывающего катка

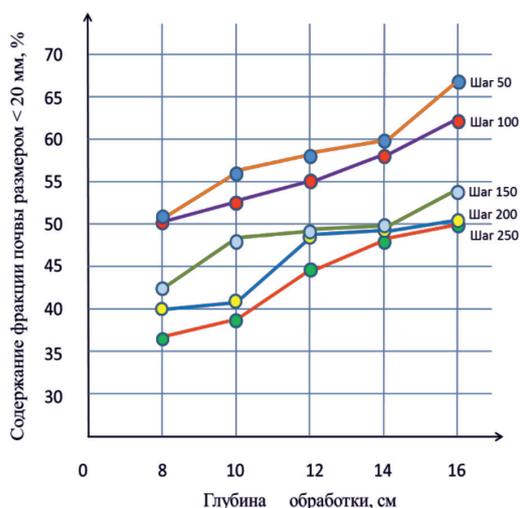


Рис. 4. Зависимость качества крошения почвы от глубины обработки и величины шага между кольцами катка

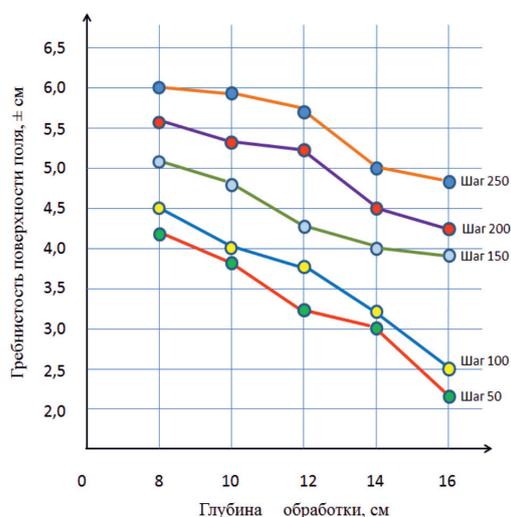


Рис. 5. Зависимость гребнистости почвы от величины шага колец катка и глубины обработки

Для выбора оптимальных параметров кольчатого катка изучалось влияние величины шага между кольцами катка на качественные показатели его работы (рис. 4, 5).

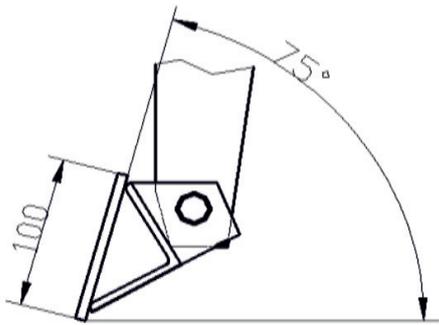
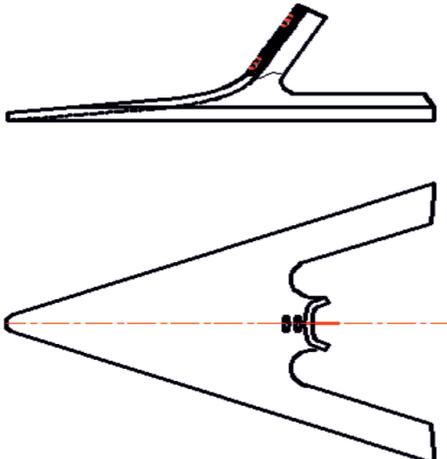
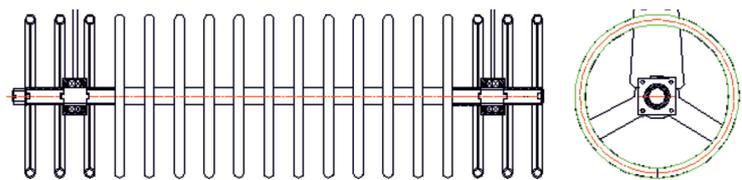
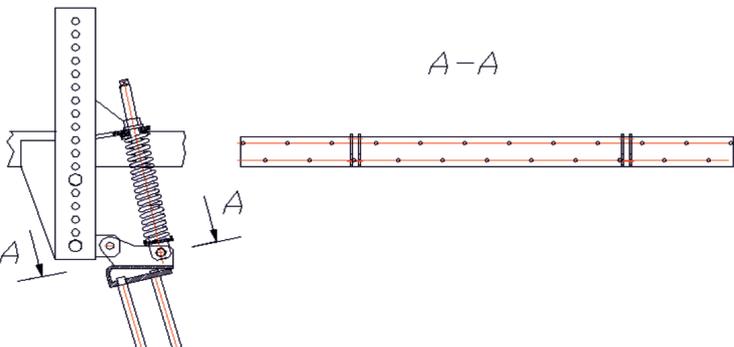
Максимального содержания фракция почвы размером менее 20 мм достигла при минимальном шаге 50 мм (51,0–66,5 % в зависимости от глубины обработки почвы).

Однако при таком шаге между кольцами катка при влажности почвы в слое 0–20 см более 16% наблюдалось залипа-

ние катка почвой, а при наличии крупных комков почвы и растительных остатков – его забивание. Увеличение шага до 100 мм незначительно снизило качество крошения почвы, однако при этом работа орудия была стабильной, залипания и забивания почвы и растительными остатками колец катка не наблюдалось. При дальнейшем увеличении шага между кольцами катка до 150 и 250 мм происходит снижение качества крошения почвы.

Таблица 3

Оптимальные типы и параметры рабочих органов рыхлителя-выравнивателя почвы

Наименование	Параметры
<p>Передняя выравнивающая доска</p> 	<p>Рабочая высота выравнивающей доски $h_p = 100$ мм. Угол установки выравнивающей доски $\beta = 75$</p>
<p>Стрельчатые лапы</p> 	<p>КПЭ-3,8; КТС-10-1 Ширина захвата – 410 мм Угол крошения 8–12° Стойка – упругая, подпружиненная Расстановка на раме – в 2 ряда. Междуследие – 400 мм</p>
<p>Прикатывающий каток</p> 	<p>Кольчатый. Диаметр катка 500 мм. Шаг расстановки колец 100 мм</p>
<p>Заднее выравнивающее устройство</p> 	<p>Зубовая подпружиненная борона. Двухрядная, расстояние между зубьями в ряду 180 мм</p>

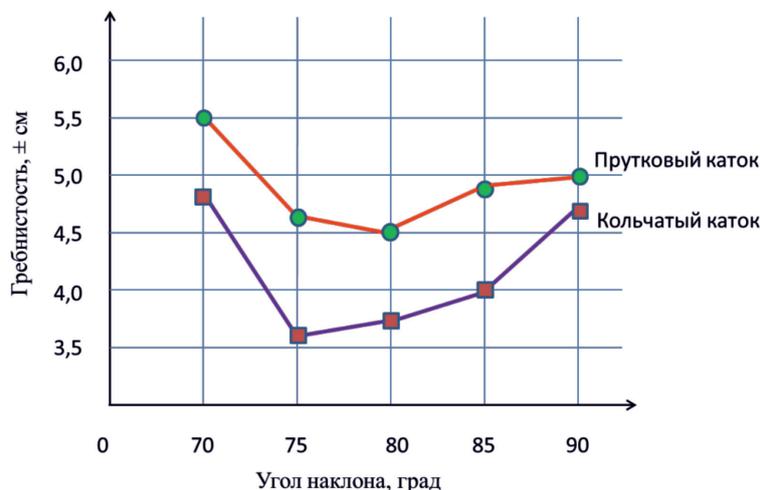


Рис. 6. Зависимость между углом наклона к поверхности выравнивающей доски и гребнистостью поверхности почвы

Аналогичная закономерность отмечена при определении зависимости между величиной шага между кольцами катка и гребнистостью поверхности поля (рис. 5). Максимальная выровненность поверхности наблюдалась при минимальном шаге, однако в силу указанных выше причин такое близкое расположение колец катка приводило к нестабильной работе рыхлителя-выравнивателя. При шаге между кольцами катка 100 мм выровненность поверхности поля была удовлетворительной, тогда как при шаге более 100 мм гребнистость поверхности увеличивалась. Таким образом, оптимальным шагом между кольцами катка следует считать 100 мм.

В процессе полевых испытаний определялся оптимальный угол наклона к поверхности почвы выравнивающей доски. Результаты исследований показаны на рис. 6.

Согласно полученным данным максимальная выровненность поверхности почвы наблюдалась при угле наклона 75°. При меньшем угле наклона поднимаемой доской почвы было недостаточно для выравнивания рельефа, а при большем угле наклона образовывался избыток почвы, который приводил к образованию борозд после прохода культиваторных лап.

На основании проведенных исследований были определены оптимальные типы и параметры рабочих органов рыхлителя-выравнивателя, обеспечивающие качественное выполнение операций по предпосевному рыхлению и выравниванию почвы.

На основании полученных результатов исследований разработано техническое задание и чертежная документация на опы-

тный образец рыхлителя-выравнивателя почвы РВП-4.

Заключение

Качественные показатели обработки почвы экспериментальным образцом РВП-4 были удовлетворительными и соответствовали требованиям технического задания.

Было установлено, что лучшее качество крошения и выравнивания почвы обеспечил кольчатый каток с шагом между кольцами 100 мм.

Оптимальным углом наклона выравнивающей доски является 75–80°.

Список литературы

1. Ерлеспесов М.Н. Орошаемое земледелие / М.Н. Ерлеспесов, Е.А. Амантаев. – Алма-Ата: Кайнар, 1968. – 231 с.
2. Рзалиев А.С. Голобородько В.П., Чирков А.Г. Комбинированное почвообрабатывающее орудие для предпосевной обработки почвы в орошаемой и богарной зонах земледелия юга Казахстана // Состояние, проблемы и перспективы развития механизации сельского хозяйства и машиностроения для АПК: материалы междунар. науч. конф. (Алматы, 6–8 окт. 2004 г.) – Алматы: Изд-во Инжу-Маржан, 2004. – Книга 1. – С. 90–94.
3. Кененбаев С.Б., Бастаубаева Ш.О. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ на Юго-Востоке Казахстана в 2017 году. – Алматы: Асыл китап, 2017. – 23 с.
4. Капустин А.Н. Основы теории и расчета машин для основной и поверхностной обработки почв, посевных машин и машин для внесения удобрений: курс лекций / А.Н. Капустин; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 137 с.
5. Курдюмов В.И., Шаронов И.А., Прошкин В.Е. Экспериментальные исследования почвообрабатывающего катка // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2 (26). – С. 141–145.
6. Обоснование параметров волнового катка / И.А. Шаронов [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 24–28.
7. Савельев Ю.А. Обоснование параметров катка с рыхляще-мульчирующими элементами / Ю.А. Савельев, П.А. Ишкин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. науч. тр. – Самара, 2010. – С. 116–121.

УДК 614.842.615

СОСТАВ ТЕРМОСТОЙКОЙ ПЕНЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРСКОЙ ВОДЫ КРАСНОГО МОРЯ

Тайсумов Х.А.

*Академия государственной противопожарной службы МЧС России, Москва,
e-mail: hastum1@mail.ru*

Исследование относится к средствам профилактики и тушения пожаров термостойкой пеной с использованием морской или природной воды любой степени жесткости и солевым содержанием. Пена может быть использована для тушения пожаров классов А и В, для дегазации токсичных материалов, твердых бытовых отходов, пылеподавления, в медицине и фармацевтике. Исследование показывает, что наличие минеральных солей и хлористого натрия в морской воде, на примере Красного моря, позволяет значительно (в 17 раз) понизить концентрацию поверхностно-активного вещества в рабочем растворе пенообразователя. Пена получается при сверхнизком содержании поверхностно-активных веществ в рабочих растворах, что отвечает высоким экологическим требованиям охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Это особенно важно для экологии мирового океана. Морская вода может быть использована вместо пресной воды для тушения пожаров в приморских городах и населенных пунктах, что отвечает требованиям экологии и экономически выгодно. Целевой аудиторией, заинтересованной в практическом использовании уникальных научных данных, являются: Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС); предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК); морские порты; предприятия расположенные у береговой линии морей; плавающие буровые платформы; министерство природных ресурсов; военизированные горноспасательные части (ВГСЧ); строительные организации и др.

Ключевые слова: морская вода, поверхностно-активные вещества, термостойкая пена, устойчивость пены, профилактика и тушение пожаров, чрезвычайные ситуации

CONTAINING THERMAL-RESISTANT FOAM FOR PREVENTION AND FIRE EXTINGUISHING WITH THE USE OF SEA WATER OF THE RED SEA

Taysumov Kh.A.

Academy Public Fire Service of Emercom of Russia, Moscow, e-mail: hastum1@mail.ru

The study relates to means of preventing and extinguishing fires with heat-resistant foam using sea or natural water of any degree of rigidity and salt content. Foam can be used to extinguish fires of classes A and B, for degassing of toxic materials, solid household waste, dust suppression, in medicine and pharmaceuticals. The study shows that the presence of mineral salts and sodium chloride in seawater, using the example of the Red Sea, allows a significant (17 times) decrease in the concentration of the surfactant in the working solution of the foaming agent. Foam is obtained with ultra-low content of surfactants in working solutions, which meets high ecological requirements of environmental protection and rational use of natural resources. This is especially important for the ecology of the world's oceans. Sea water can be used instead of fresh water to extinguish fires in seaside towns and settlements, which meets the requirements of ecology and economically profitable. The target audience of interested in the practical use of unique scientific data are: the Ministry for Emergency Situations (MES); Enterprises of the Fuel and Energy Complex (FEC); Seaports; Enterprises located near the coastline of the seas; Floating drilling platforms; Ministry of Natural Resources; Militarized Mountain Rescue Parts (VGSCH); Building organizations, etc.

Keywords: sea water, surfactants, coctostabile foam, fastness of foam, prophylaxis and suppression of the fires, emergency situations

Известно, что вода и мицеллообразующие поверхностно-активные вещества (ПАВ) являются основными составляющими огнетушащих пенообразующих составов. Для повышения эффективности борьбы с огнем в пенообразующие составы включают различные добавки, улучшающие качество пены.

Согласно рекомендациям [1–3], применение пенообразователей общего назначения для тушения пожаров пеной с использованием пресной и морской воды, жесткость которой превышает значение 30 мг-экв/л – запрещается. Запрет распространяется и на пенообразователи с фторированными (ПАВ) – целевого назначения, используемыми при тушении пожаров

нефтепродуктов в резервуарах по методу подслоного тушения.

К ранее запрещенным к производству и применению на пожарах биологически жестким пенообразователям следовало бы отнести и очень дорогие пенообразователи целевого назначения с фторированными ПАВ – вообще не подверженными биологическому разложению на очистных сооружениях. Эти ПАВ способны при попадании в почву или водоемы постепенно накапливаться, создавая угрозу загрязнения окружающей среды и жизни человека. Однако, благодаря высокой огнетушащей эффективности пленкообразующих пенообразователей с фторированными ПАВ при тушении пожаров в крупных резервуарах, в том чис-

ле с водорастворимыми (полярными) органическими жидкостями, их применение в контролируемых условиях считается целесообразным [4].

К менее дорогим пенообразователям целевого назначения для тушения пожаров с использованием в рабочих растворах жесткой и морской воды следует отнести известные пенообразователи: ПО-6ТС-М, ПО-6НП-М, «Морпен», ПО-4ЦМТ, «Урал Стандарт ННП» и др. Их применение позволяет тушить пожары классов «А» и «В» пеной низкой, средней и высокой кратности на судах речного и морского флота, а также в прибрежных акваториях и зонах размещения пожароопасных веществ и материалов. Эти пенообразователи непригодны для тушения пожаров класса «В» – водорастворимые (полярные) жидкости [5].

Многолетние исследования автора показали, что более дешевые пенообразователи общего назначения на базе синтетических ПАВ могут использоваться для получения термостойкой пены в концентрациях как минимум в 4 раза меньших, чем обычно применяемые при тушении пожаров. Термостойкая пена может применяться в качестве профилактического средства при проведении пожароопасных работ, пылеподавлении и дегазации токсичных материалов.

Стандартные пенообразователи общего назначения могут быть использованы для получения термостойкой пены с природной водой любой степени жесткости и солевым содержанием.

Укрупненные огневые испытания в городах Одесса, Сумгаит, Актау, Братск, и Северодонецк – Межведомственные испытания в соответствии с ГОСТ Р 50588 на модели морской воды дали положительные результаты.

Выводы Комиссии.

1. Стабилизаторы пены марки А и Б полностью соответствуют заданным требованиям и рекомендованы их к серийному производству.

2. Стабилизаторы пены рекомендовать к аттестации на высшую категорию качества.

3. Рекомендовать изготовление установочной серии стабилизаторов для промышленного производства в объемах, предлагаемых заказчиками.

Дальнейшие исследования были посвящены решению экологических проблем применения пенообразователей на пожарах, сокращению расхода ПАВ на речной и морской воде, наиболее уязвимых для флоры и фауны водоемов.

В 2007 году термостойкая пена была представлена от Академии государственной противопожарной службы МЧС России на 6-ой Международной специализированной выставке «Пожарная безопасность XXI века» [6].

Разработанный автором состав термостойкой пены для морской воды [7], со сверхнизким содержанием ПАВ в рабочих растворах являются примером положительного решения экологической проблемы защиты от загрязнения мирового океана.

Для получения составов и их испытаний были использованы следующие вещества и материалы:

1. Коагулянт – ОХА, $Al_2(OH)_5Cl$, ТУ 216-350-002-39928758-02.

2. Пенообразователь, на базе алкилсульфата натрия, $NaOSO_3-R$, где R, углеводородный радикал C8-C10. ТУ 2481-003-31232365-2008.

3. Сульфат аммония, ТУ 113-03-10-18-91.

4. Уксусная кислота, ГОСТ 19814.

5. Питьевая вода.

6. Морская вода Красного моря в районе города Хургада (Египет).

7. Смеситель РТ-1, ТУ 38-10789.

8. Модель морской воды – по ГОСТ Р 50588-2012.

Материалы, использованные для создания модели морской воды, представлены в табл. 1.

Для получения термостойкой пены в работе используют два концентрата.

Таблица 1

Материалы, использованные для создания модели морской воды

Компонент	Химическая формула	Содержание компонента, % (масс.)
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72 Или вода питьевая с жесткостью не более 7 мг-экв/дм ³	H ₂ O	95,84
Магний хлористый 6-водный по ГОСТ4209-77	MgCl ₂ 6H ₂ O	1,10
Кальций хлористый 2-водный по ТУ 6-09-5077-87	CaCl ₂ H ₂ O	0,16
Натрий серноокислый, безводный по ГОСТ 4166-76	Na ₂ SO ₄	0,40
Натрий хлористый по ГОСТ 4233-77	NaCl	2,50

1. Стабилизатор термостойкой пены, основной хлорид алюминия (ОХА), с концентрацией по $Al_2(OH)_5Cl = 34\%$. Плотность 1,27, рН = 5,5. Температура замерзания минус 18 °С.

2. Пенообразователь на базе алкилсульфата натрия С8-С10, включающий следующие компоненты в вес. %: вода – 68,5; алкилсульфат натрия – 18; сульфат аммония – 12; уксусная кислота – 1,5. Концентрат – прозрачная жидкость с плотностью – 1,12, рН = 6,6 и температурой замерзания не выше минус 2 °С.

Оба концентрата 1 и 2 могут неограниченно долго храниться в пластиковой таре или в емкостях из нержавеющей стали, при замораживании и размораживании концентрации свойств не изменяют.

Примеры приготовления пенообразующих составов термостойкой пены.

Пример 1.

В 97 мл модели морской воды растворяют 1,5 мл стабилизатора пены (концентрат 1), а затем добавляют при перемешивании 1,5 мл пенообразователя (концентрат 2). Состав раствора, мас. %: $Al_2(OH)_5Cl$ – 0,50; сульфат аммония – 0,18; ПАВ – 0,27; вода – остальное. 100 мл раствора помещают в прибор РТ-1 и включают смеситель на 30 секунд со скоростью 4000 об/мин для получения пены. Кратность пены 5,0. Далее отмеча-

ют время самопроизвольного разрушения пены – образование отсека 25 мл (1/4) и 50 мл (1/2). В данном примере: устойчивость пены 1/4 = 60 мин; 1/2 = 240 мин. В дальнейшем пена не дает отсека более 24 часов, а объем пены остается равным 450 мл.

Пример 2.

Отличается от примера 1 лишь концентрацией используемых компонентов. В 98 мл модели морской воды растворяют 1,0 мл стабилизатора пены, а затем при перемешивании добавляют 1,0 мл пенообразователя. Состав раствора, мас. %: $Al_2(OH)_5Cl$ – 0,34; сульфат аммония – 0,12; ПАВ – 0,18; вода – остальное. Устойчивость пены к самопроизвольному разрушению определяют аналогично примеру 1. Кратность пены 5,0. В данном примере: устойчивость 1/4 = 60 мин; 1/2 = 300 мин. В дальнейшем пена не дает отсека более 24 часов, а объем пены остается равным 450 мл.

Пример 3.

Отличается от примера 1 лишь концентрацией взаимодействующих компонентов стабилизатор/пенообразователь = 0,5 мл/0,5 мл в рабочем растворе. Состав раствора, мас. %: $Al_2(OH)_5Cl$ – 0,17; сульфат аммония – 0,06; ПАВ – 0,09; вода – остальное. Устойчивость пены к самопроизвольному разрушению определяют аналогично примеру 1. Кратность пены 5,0.

Таблица 2

Показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на пресной и модели морской воды

Состав, % вес. Вода остальное			Устойчивость пены, мин			
			Пресная вода		Морская вода	
$Al_2(OH)_5Cl$	$(NH_4)_2SO_4$	ПАВ	25 мл	50 мл	25 мл	50 мл
0,50	0,18	0,27	28	180	60	240
0,34	0,12	0,18	32	58	65	300
0,26	0,09	0,14	5	10	35	180
0,17	0,06	0,09	низкая	низкая	30	180
0,14	0,05	0,07	низкая	низкая	15	60

Таблица 3

Показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на воде Красного моря и модели морской воды согласно НПБ 304-2001

Состав, % вес. Вода остальное			Устойчивость пены, мин			
			Вода Красного моря		Модель морской воды	
$Al_2(OH)_5Cl$	$(NH_4)_2SO_4$	ПАВ	25 мл	50 мл	25 мл	50 мл
0,50	0,18	0,27	75	300	60	240
0,34	0,12	0,18	40	180	60	300
0,26	0,09	0,14	35	180	35	180
0,17	0,06	0,09	30	180	30	180
0,14	0,05	0,07	12	90	10	60

В данном примере: устойчивость $\frac{1}{4} = 30$ мин; $\frac{1}{2} = 180$ мин. В дальнейшем пена не дает отсека более 24 часов, а объем пены остается равным 450 мл.

Аналогичные испытания примерам 1, 2, 3 были проведены с использованием пресной питьевой воды.

В табл. 2 приведены показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на пресной и модели морской воды.

Сравнительные испытания табл. 2, показывают, что устойчивость пены на модели морской воды в присутствии равных соотношений реагирующих веществ значительно выше, чем с использованием пресной воды. Это позволяет при меньших затратах (объемах) огнетушащих средств повысить тактико-технические показатели противопожарной техники.

При использовании для приготовления составов типа примеров 1, 2, 3 на воде Красного моря заметных изменений свойств пены от примеров 1, 2, 3 на модели морской воды не наблюдается.

В табл. 3 приведены показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на воде Красного моря и модели морской воды согласно НПБ 304-2001.

Сопоставительные данные табл. 3 показывают, что использование модели морской воды и морской воды Красного моря имеют незначительные отличия.

Предлагаемый рабочий раствор пенообразователя включает как минимум в 17 раз меньше ПАВ, чем известные пенообразователи общего и целевого назначения для морской воды (пенообразователи ПО-6ТС-М, ПО-6НП-М, «Морпен», ПО-4ЦМТ, «Урал Стандарт ННП»), предназначенные для получения пены низкой, средней и высокой кратности на стандартном оборудовании с использованием морской и пресной воды для тушения пожаров классов «А» и «В», что чрезвычайно важно для экологии применения пенообразователей на пожарах.

Отличительные свойства термостойкой пены

1. Пена обладает высокой устойчивостью к полураспаду (вместо 4 минут – 180 и более), к тепловому излучению и открытому пламени.

2. Пена может быть получена на природной воде любой степени жесткости и соевым содержанием.

3. Пена низкой кратности может использоваться в присутствии людей, в замкнутых пространствах из-за отсутствия перегретого пара при попадании пены на раскаленные предметы.

4. Пена может быть использована в качестве профилактического средства для экранирования защищаемых объектов, в том числе и людей, от теплового и искрового воздействия при проведении аварийно-спасательных работ.

5. Пена пригодна для дегазации отравляющих химических веществ и пылеподавления.

6. Пена низкой кратности может быть подана на значительные расстояния от очага горения, удерживается на вертикальных поверхностях, что способствует эффективности тушения пожара.

7. Пена пригодна для профилактики и тушения лесных и торфяных пожаров.

8. Пена перспективна для применения в сельском хозяйстве, в контролируемых условиях сжигания стерни.

9. Пена получается при сверхнизком содержании поверхностно-активных веществ в огнетушащих растворах, что отвечает высоким экологическим требованиям охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

10. Термостойкая пена может быть получена с использованием незамерзающих (до минус 30 °С) солевых растворов при отсутствии талой воды в Заполярье.

11. Пенообразователь рекомендуется аэродромным службам при профилактике и тушении пожаров в чрезвычайных ситуациях.

12. Газонаполненная (азотом) термостойкая пена может быть применена в угольных шахтах – в качестве универсального средства профилактики и тушения пожаров.

13. Пена эффективна при профилактике и тушении пожаров с использованием морской воды, в том числе в арктических широтах.

Список литературы

1. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2007. – 59 с.
2. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. Дата введения – 2012-09-01 – Взамен ГОСТ Р 50588-93. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 29 с.
3. Хранение пенообразователя и отбор проб для проверки его качества: метод. рекомендации. – Красноярск: СЭУ ФПС ИПЛ по Красноярскому краю, 2013. – 17 с.
4. Рекомендации по тушению полярных жидкостей в резервуарах. – М.: ВНИИПО, 2007. – 58 с.
5. Рекомендации по тушению высокооктановых бензинов АИ-92, АИ-95, АИ-98 в резервуарах. – М.: ВНИИПО, 2009. – 12 с.
6. Можайский О. Эта пена потушит все / О. Можайский // Изобретатель и рационализатор. – 2007. – № 11. – С. 5–6.
7. Тайсумов Х.А. Состав термостойкой пены для морской воды // Патент России № 2583015. 2016. Бюл. № 12.

УДК 004.4'22

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАЗРАБОТЧИКОВ
МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ****Тлембаев А.А., Даненова Г.Т., Коккоз М.М.***Карагандинский государственный технический университет, Караганда,
e-mail: fransysdrake@mail.ru*

Одну из лидирующих позиций в развитии сегодняшнего мира занимают IT-технологии. Компьютеры, смартфоны, всевозможные гаджеты стали неотъемлемой частью нашей жизни, и мы не можем обходиться без них. Небольшие и крупные компании, экономисты, ученые, рядовые пользователи – все они используют разнообразные «девайсы» для достижения поставленных целей. Особое положение среди информационных технологий занимают мобильные приложения. Нынешнее поколение «умных телефонов» с легкостью решает множество задач разной направленности, от просмотра медиафайлов и развлечений до организации бизнес-процессов, и образования. Сегодня любой может попробовать стать разработчиком мобильных приложений, потому что есть множество путей для достижения этой цели. Широкий выбор специализированных курсов позволяет опробовать себя в этой новой и востребованной области. Большое разнообразие программных средств для различных категорий программистов может послужить основой для реализации как для небольших индивидуальных проектов, так и для комплексных решений, полезных для больших компаний. В данной работе представлены вопросы особенностей обучения разработчиков мобильных приложений. Рассмотрены основные понятия и принципы, необходимые разработчикам мобильного программного обеспечения. Рассмотрены необходимые инструменты, навыки и умения.

Ключевые слова: язык программирования, мобильное программное обеспечение, мобильное приложение, iOS, Android, интегрированная среда разработки (ИСП)

RESEARCH OF SOFTWARE TOOLS OF DEVELOPERS OF MOBILE APPLICATIONS**Tlembaev A.A., Danenova G.T., Kokkoz M.M.***Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: fransysdrake@mail.ru*

IT technologies occupy one of the leading positions in the development of today's world. Computers, smartphones, all kinds of gadgets have become an inherent part of our lives and we can't manage without them. Small and large companies, economists, scientists, ordinary users, all of them use a variety of «devices» to achieve the target goals. The mobile applications occupy an exceptional position among information technologies. The current generation of «smart phones» easily solves many tasks of different directions, from viewing media files and entertainment to organizing business processes and education. Today, anyone can try to become a mobile application developer, because there are many ways to achieve this goal. A wide range of specialized courses allows you to test yourself in this new and demanded area. A large variety of software tools for various categories of programmers can serve as a basis for implementation of both small individual projects and for complex solutions useful for large companies. Questions about features of mobile app developers' training are presented in this article. Essential basic terms and foundations for portable software developers are considered. Necessary tools and skills are considered.

Keywords: programming language, mobile software, mobile application, iOS, Android, Integrated Development Environment (IDE)

Одну из лидирующих позиций в развитии сегодняшнего мира занимают IT-технологии. Компьютеры, смартфоны, всевозможные гаджеты настолько проникли в нашу жизнь, что мы не можем уже обходиться без них. Небольшие и крупные компании, экономисты, ученые, рядовые пользователи – все они используют разнообразные «девайсы» для достижения поставленных задач. Особое положение среди информационных технологий занимают мобильные приложения. Еще совсем недавно мобильные устройства не могли обрабатывать сложную графику, быть системами под ресурсоемкие приложения и т.д. В недалеком 2008 году под Android (самой популярной ОС на мобильные устройства на сегодняшний день) работал всего один аппарат – T-Mobile G1. Однако уже по прошествии 2009 года число произво-

дителей Android устройств было больше восемнадцати, а сами устройства варьировались от сотовых телефонов и нетбуков до е-ридеров [1]. Нынешнее поколение «умных телефонов» с легкостью решает множество задач разной направленности, от просмотра медиафайлов и развлечений до организации бизнес-процессов и образования. Есть мобильные игры, позволяющие скоротать время и развлечься, и сейчас это одно из наиболее перспективных направлений мобильной разработке. Есть мобильные версии популярнейших социальных сетей, а также мессенджеры, что используются практически всеми обладателями смартфонов. Бизнес-приложения, контент-приложения, прикладные приложения, все эти App (от англ. Application, приложение) призваны удовлетворить нужды потребителей и принести доход и известность своим

создателям. Каждый день их количество растет, некоторые из них стоят миллиарды (к примеру, популярный мессенджер WhatsApp). По данным информационного портала Statista, валовый годовой доход от мобильных приложений на смартфоны и другие портативные устройства превышает \$189 млрд [2]. Потому нет ничего удивительного в том, что все больше молодых специалистов устремляются в эту область.

Сегодня освоить профессию программиста гораздо проще, чем 8–10 лет назад. Профессия разработчика ПО любого плана может быть изучена повсеместно, от классического обучения в университете или академии до самообразования. Доступность и обилие всевозможных интернет-ресурсов позволяют даже далекому от данной сферы человеку попробовать свои силы в программировании и разработке собственного ПО. Особенно это касается мобильной разработки программного обеспечения. Как правило, крупные проекты требуют усилий множества людей, слаженной координации их действий, немалых финансовых вложений и достаточного опыта каждого из членов. Нельзя сказать, что при разработке разного ПО на смартфоны (в независимости от его целевой функции, будь то мессенджер или игра) неприменимы эти правила, но начинающий разработчик вполне может освоиться в этой сфере самостоятельно за считанные месяцы и извлекать выгоду даже из бесплатного приложения за счет рекламы или другого непрямого способа монетизации (покупки внутри программы, «премиум» функции и т.д.) без крупных финансовых вливаний и сложных организационных схем. Конечно, за столь малый срок начинающий разработчик не сможет разработать что-то действительно весомое и значимое для рынка мобильных приложений, но сможет набраться необходимого опыта для дальнейших проектов уже более сложного характера.

В этой статье пойдет речь о необходимых навыках и умениях, нужных начинающим разработчикам мобильных приложений, а также об инструментах, необходимых для достижения этой цели.

Необходимые навыки и умения

Чтобы стать разработчиком мобильных приложений, требуются знания и навыки в области разработки программного обеспечения. Хорошим вариантом может быть получение степени бакалавра в университете в области компьютерных наук или некоторого смежного направления (систе-

мы управления информацией, к примеру). Альтернативой являются посещение специализированных академий или курсов, обучающих по данному направлению. Однако, если имеется ввиду именно разработка программного обеспечения, базовые навыки, что должны быть освоены, включают:

- принципы безопасного, стабильного проектирования ПО;

- понимание процесса разработки ПО и его жизненного цикла, включающего цикл разработки, тестирования, реализации и поддержки ПО, а также долгосрочную поддержку и сопровождение ПО;

- знакомство и понимание некоторых методологий разработки (Agile, Scrum и т.д.), регулирующих процесс разработки, роли разработчиков, являющихся своеобразными «каркасами» разработки;

- знание необходимых платформ, сред разработки;

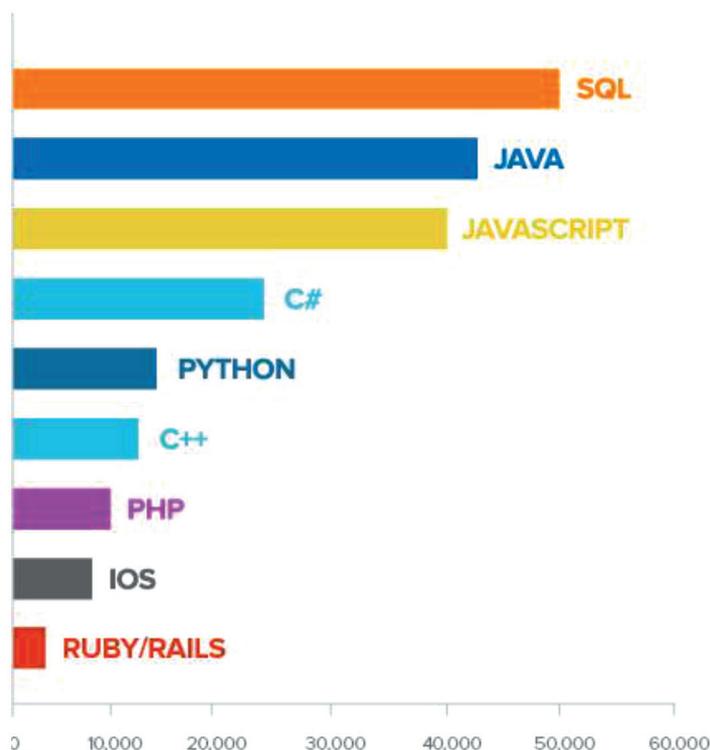
- знание двух или более языков программирования, желателен востребованных, таких как SQL, Java, JavaScript, C# / C++, Python, PHP, Ruby, iOS (Swift). В таблице ниже представлены языки, ранжированные по количеству требований для работы с Indeed.com за 2016 год.

Перечисленные пункты позволяют получить базис для работы разработчика ПО в целом. Однако стоит отметить, что даже самые востребованные языки сразу все изучить невозможно. Следовательно, встает вопрос, какой же язык стоит подучить начинающему разработчику?

Языки программирования мобильных приложений

С каждым годом люди все больше используют мобильные приложения. Спрос на них растет, как и количество возможностей, предлагаемых ими. Таким образом, программирование мобильных прикладных приложений может стать главным инструментом для привлечения аудитории и расширения бизнеса. Приложение, созданное разработчиком для бизнеса или иных целей, в любом случае должно обладать как функциональностью, так и максимальной совместимостью. Но, чтобы написать подходящее приложение, необходимо знать язык, на котором оно будет написано.

Языков, подходящих для разработки мобильного ПО, достаточно много, каждый со своими достоинствами и недостатками. Одни более применимы для разработки мобильных игр, другие для создания Web-приложений. Ниже представлены те языки программирования, что точно подойдут при разработке ПО на мобильные устройства.



Список наиболее требовательных языков

Python

Python – один из самых популярных языков для разработки мобильных приложений. Тем не менее его использование не ограничено только программами на мобильные устройства. «Питон» также крайне распространен в среде разработки Web-приложений. Это одна из причин, почему изучение Python так распространено по миру. «Питон» имеет широкое применение как язык и навыки и умения, полученные в нем, могут быть легко перенесены на другие платформы.

Язык строится на простоте. В нем делается акцент на однозначности и простоте, что возводит читабельность в приоритет языка. Python идеально подходит для учащихся и дает хорошее понимание сложности процесса разработки программного обеспечения. Он не делает различий в разработке между двумя главными операционными системами, Android и iOS, и позволяет создавать программы с нуля.

Хорошим примером разработки приложения на Python будут Spotify и Instagram, показывающие, насколько универсален язык. Оба приложения работают на iOS, Android, Windows phone.

Corona

Если дело касается разработки исключительно Android приложения, то Corona может стать неплохой альтернативой. SDK (Software Development Kit, средства разработки ПО) «Короны» построен на языке программирования LUA. Это влечет за собой несложный процесс создания программ и может сильно упростить создание приложений на Android.

У Corona своя ниша среди языков, как правило, он используется для создания игр, но его применение также не ограничивается только развлекательными продуктами. Язык имеет неплохую поддержку в соответствующих сообществах и может стать простым альтернативным решением для Android разработок.

Ruby

Ruby является одним из самых быстроразвивающихся языков программирования ввиду своей простоты. Он позволяет достаточно быстро создавать мобильные приложения. Ввиду своей популярности, язык имеет широкую сеть поддержки для изучающих создание программ на Android, Windows, iOS или OS X. Стоит отметить,

что для Ruby требуется определенный «фреймворк», программная платформа, такая как Rhodes или RubyMotion.

Главное преимущество Ruby заключается в том, что он использует уже существующий программный код в качестве строительных блоков для разработки, то есть ничего не нужно создавать с нуля.

Php

PHP или Hypertext Pre-processor был создан в 1995 году. В настоящее время поддерживается подавляющим большинством хостинг-провайдеров и является одним из лидеров среди языков, применяющихся для создания динамических веб-сайтов. К крупнейшим сайтам, использующим PHP, относятся Facebook, Wikipedia и т.д. Более 20 лет он использовался как язык написания web-сайтов, но сегодня его возможностей хватает и для написания мобильных приложений на Android и iOS. Создатель языка Zend Technologies подтверждает, что их язык может быть использован как для написания web-сайтов, так и для мобильных приложений.

Swift

Swift – язык программирования с открытым кодом, который принес коренные изменения в разработку мобильных приложений в области игровых разработок.

Разработанный компанией Apple Swift – это язык программирования, созданный главным образом для iOS и OS X [3]. Это отличный вариант для тех, кто хочет специализироваться исключительно на разработке мобильных приложений. Язык очень неплохо понимается теми, кто знаком с Objective-C, к тому же Swift более простой в понимании, чем последний.

QML

QML, известный как Qt Meta / Modeling Language, является языком программирования, который обладает возможностями кроссплатформенной разработки. V-Play фреймворки часто используют QML вместе с JavaScript, что делает его хорошим выбором для написания игровых приложений. Важно отметить, что знание JavaScript важно для программирования в QML.

Он отлично подходит для мобильных приложений, которым требуется плавная анимация, сенсорный ввод и высокая степень участия пользователей. Строительные блоки QML позволяют объединить язык для создания сложных компонентов, что позволяет поставлять некоторые действительно хорошо разработанные сложные приложения.

Java

Java, объектно-ориентированный язык программирования низкого уровня, разработанный компанией Sun Microsystems (в последующем приобретённой компанией Oracle). Java, как и Python, находится среди самых популярных языков для написания мобильных приложений. К его плюсам можно отнести кроссплатформенность, распространённость, многопоточность.

Но что самое важно, программное обеспечение для Android работает с использованием Java. Это означает, что разработчики, изучающие этот язык, будут иметь конкурентное преимущество перед другими в создании мобильных приложений для Android. Язык Java стал синонимом Android-приложений и в последующие годы будет только набирать обороты.

Не только представленные выше языки годятся для разработки мобильных приложений. Также неплохим выбором для разработчика мобильного ПО могут стать: JavaScript, C++, C#, Objective-C, HTML, Perl.

Среды разработки

Помимо языка, на котором будет писаться мобильное приложение, разработчику также требуется знание среды разработки, где и будет создаваться программа на мобильное устройство.

Интегрированная среда разработки, ИСР (англ. Integrated development environment – IDE), – комплекс программных средств, используемый программистами для разработки программного обеспечения (ПО). IDE в своем составе имеют текстовый редактор, компилятор и/или интерпретатор, средства автоматизации сборки и отладчик. Как правило, IDE поддерживают несколько языков программирования, такие как IntelliJ IDEA, NetBeans, Eclipse, Xcode или Microsoft Visual Studio, однако есть решения под один определенный язык – Visual Basic, Delphi, Dev-C++. Возможности некоторых сред разработки также можно расширить за счет сторонних фреймворков.

Android основан на ядре Linux версии 2.6, но сама система не является Linux-системой в чистом виде. Система Android имеет некоторые отличия и содержит дополнительные расширения ядра Linux, специфичные для Android – свои механизмы распределения памяти, взаимодействие между процессами и т.д. [4]. Android Studio – появившаяся в 2013 году IDE для разработки программного обеспечения для

ОС Android, основанная на другой среде разработки, IntelliJ IDEA. Android Studio работает под Windows, Mac OS и Linux. Как сказано на сайте разработчиков, Android Studio – официальное средство разработки ПО для операционной системы Android. Используемые языки – Java, C++, реже Kotlin.

IDE можно загрузить и пользоваться бесплатно. В ней присутствуют макеты для создания UI (User Interface), с которых, как правило, начинается разработка приложения. В Android studio можно разрабатывать приложения как для смартфонов и планшетов, так и нестандартное ПО для Android TV, Android Wear, Android Auto, Glass [5]. IDE имеет мощный потенциал для разработки как программистом-одиночкой, так и большими командами разработчиков с GIT или иными системами управления версиями. Возможности среды разработки можно расширить с помощью сторонних фреймворков. К примеру, кроссплатформенный фреймворк LibGDX увеличивает пригодность IDE для разработки игровых приложений, добавляя множество новых возможностей, вроде логики поведения частиц и дополнительных возможностей рисования графического интерфейса.

Для разработки приложений на iOS и OS X используется IDE Xcode, интегрированная среда разработки от Apple. Данная среда разработки использует языки Swift и Objective-C. С помощью Xcode можно разрабатывать приложения под iPhone, iPad, Mac, Apple Watch и Apple TV. Последняя, восьмая версия Xcode 8 появилась в сентябре 2016 года. С ней появились новые редакторские расширения. Опция Runtime Issues оповещает о дефектах, которые автоматически обнаруживает IDE. Thread Sanitizer отслеживает изменение данных. Проверку интерфейса осуществляет View Debugger – обновляющийся инструмент с высокой визуальной точностью. Memory Debugger оповещает об «утечках памяти» и скрытых багах. Xcode также подойдет индивидуалистам, код можно проверять в репозитории Git. Apple также предоставляет платную проверку проектов, созданных на Xcode, и осуществляет техническую поддержку по телефону.

В целом эти две IDE являются основными для разработки приложений под Android и iOS. Однако это не единственные среды разработки, что можно использовать для написания мобильного ПО. Xamarin studio – достаточно известный инструмент для написания приложений, работающих под Windows Phone,

Android и iOS. Использует C#. Является кроссплатформенной средой разработки, но уже готовые приложения перенести на IDE бывает проблематично. Eclipse также подойдет для разработки Android приложений, имеет множество модулей для расширения возможностей, но не имеет единого сообщества разработчиков. Также могут быть использованы для разработки программного обеспечения на мобильные платформы IntelliJ IDEA, Appcelerator Titanium, Netbeans. Последний работает со многими языками, такими как C, C++, Java, JavaScript, Python, PHP.

Заключение

Хотя мобильные технологии уже давно плотно вошли в нашу жизнь, нельзя сказать, что уже используются все их возможности. В прошлом, когда программирование на мобильные платформы было достаточно ограниченным. Малые экраны, слабое железо и прочие ограничения не позволяли создавать сложные приложения. Но с развитием технологий разработка мобильных приложений поменялась кардинально. Сложные 3D игры, социальные сети, мессенджеры, контент-приложения и прочие стали нормой, к которой быстро привыкают. Обучаться на дому, работать удаленно от офиса, просматривать видео в высоком качестве, быстро и удобно просматривать страницы в интернете и многое другое стало возможно благодаря новому поколению смартфонов. Начиная с 2016 года бурными темпами идет развитие так называемых «чат-ботов». Эти программы являются виртуальными собеседниками, что могут выполнять функции различных сервисов, вроде заказа билетов на самолет, ответов на вопросы, бронирования гостиницы и многих других повседневных вещей. Вполне возможно, что их следующие поколения полностью изменят понимание разработки мобильного ПО, вытеснив многие другие приложения, что распространены сегодня. Как бы то ни было, развитие сегмента мобильной разработки в IT-технологиях не стоит на месте. Каждый день появляются новые приложения, и в этой ветви ПО есть еще много возможностей. Программисту требуется знать необходимый язык(и), платформу(ы), а в случае работы в команде разработчиков – методологии разработки для максимальной эффективности выполнения поставленных задач. Стоит всегда задавать вопрос «для чего будет создана эта программа?», «на чем будет разработана», «для кого?», «как наиболее

эффективно добиться поставленной задачи?». Без проб и ошибок трудно добиться в этой области высот, но разработка мобильного ПО сегодня настолько быстро развивающийся сегмент, что материалов и способов обучиться навыкам мобильного разработчика приложений достаточно в любой сфере. Будет ли приложение работать на Android, iOS, Windows phone или на всем сразу, есть ли возможность изучения Objective-C или больше подходит более дружелюбный Swift, информации будет достаточно. Сегодня любой программист может влиться в мобильную

разработку и каждый найдет что-то свое в этой области.

Список литературы

1. Хашими С., Коматинени С., Маклин Д. Pro Android 2. – Питер, 2011. – 736 с.
2. Тенденции и перспективы рынка мобильных приложений. URL: habrahabr.ru (дата обращения: 11.01.2018).
3. Swift – язык программирования с открытым кодом. URL: Apple <https://apple.com> (дата обращения: 11.01.2018).
4. Голощанов А. Google Android. Программирование для мобильных устройств БХВ-Петербург. – М., 2012. – 448 с.
5. Давыдов С. IntelliJ IDEA. Профессиональное программирование на Java БХВ-Петербург. – 2011. – 800 с.

УДК 62-835:629.371.1

ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХКОЛЕСНОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Филатов И.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: filatov-ivan@mail.ru

Проблема транспорта в крупных городах мира становится все актуальней. В большинстве городов увеличение дорожного трафика происходит с угрожающей скоростью. Одним из вариантов решения данной проблемы может стать электровелосипед – это оптимальный двухколесный городской транспорт. В отличие от скутера и мопеда, он экологичен, его можно безопасно хранить в квартире, он не требует периодического технического обслуживания. По сравнению с обычным велосипедом, на электровелосипеде можно передвигаться на большие расстояния без приложения особых физических усилий. Во многих странах мира велосипеды с электроприводом уже потеснили другие двухколесные транспортные средства. Внешний вид электровелосипеда только формируется, как правило, при его проектировании за основу берут обычный велосипед и в переднее или заднее колесо вместо втулки монтируют электродвигатель, а на раме или багажнике крепят аккумулятор и блок управления двигателя. Такой подход к проектированию можно считать стереотипным. Так же было и с первыми автомобилями, которые выглядели как кареты, к которым монтировались двигатели. Цель данной работы – разработка двухколесного городского транспортного средства, максимально удобного в эксплуатации и хранении.

Ключевые слова: электротранспорт, электровелосипед, электропривод, мотор-колесо, экологический транспорт

DESIGN TWO-WHEELED URBAN VEHICLE

Filatov I.A.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: filatov-ivan@mail.ru

The problem of transport in major cities is becoming increasingly urgent. In most cities, increase in road traffic is happening at an alarming rate. One solution to this problem can be the electric bike is the optimal, two-wheeled urban transport. Unlike scooter and moped, it is eco-friendly, it can be safely stored in the apartment, it does not require periodic maintenance. Compared to ordinary bicycles, electric bikes can travel long distances without much physical effort. In many countries, electric bicycles are already superseded other two-wheeled vehicles. The appearance of the bike is just being formed, as a rule, when designing for a basis we take a regular bike and the front or rear wheel instead of a sleeve, mounted the motor and on the frame or in the trunk attached to the battery and the engine control unit. This approach to design can be considered stereotypical. It was the same with the first cars looked like carriages, which are mounted engines. The purpose of this work is to develop a two-wheeled urban vehicle as convenient in operation and storage.

Keywords: electric vehicle, electric bike, electric drive, motor-wheel, environmental transport

Проблема транспорта в крупных городах мира становится все актуальней. В большинстве городов увеличение дорожного трафика происходит с угрожающей скоростью. Одним из вариантов решения данной проблемы в теплое время года может стать электровелосипед. Он является оптимальным, двухколесным городским транспортом. В отличие от скутера и мопеда, он экологичен, его можно безопасно хранить в квартире, он не требует периодического технического обслуживания. По сравнению с обычным велосипедом, на электровелосипеде можно передвигаться на большие расстояния без приложения особых физических усилий. Во многих странах мира велосипеды с электроприводом уже потеснили другие двухколесные транспортные средства, а по прогнозам американских специалистов, в первой половине XXI века двухколесные pedalные машины начнут вытеснять автомобили

и постепенно станут основным средством передвижения. В последнее время этот прогноз находит все большее подтверждение. В США и Германии – мировых лидерах по количеству легковых автомобилей на душу населения – велосипедов продается больше, чем автомобилей. Бесконечный поток велосипедистов можно наблюдать на дорогах почти всех стран Европы. Во многих европейских мегаполисах даже ввели запрет на автомобильное движение в центре города и открыли бесплатные пункты проката велосипедов. В Японии каждый второй житель регулярно ездит на велосипеде, а в Токио в часы пик практически забит велосипедистами. Каждый день 500 миллионов человек ездят на велосипеде на работу в Китае. Все это подтверждает, что в будущем популярность двухколесных pedalных транспортных средств, в том числе и с электроприводом, будет только расти в геометрической прогрессии [1].

Проблематика

Внешний вид электровелосипеда только формируется. При проектировании такого транспортного средства, как правило, за основу берут обычный велосипед и в переднее или заднее колесо вместо втулки монтируют электродвигатель, а на раме или багажнике крепят аккумулятор и блок управления двигателя. Такой подход к проектированию можно считать стереотипным. Так же было и с первыми автомобилями, которые выглядели как кареты, к которым монтировались двигатели. Цель данной работы – разработка дизайна двухколесного городского транспортного средства максимально удобного в эксплуатации и хранении.

Исследование

Для формализации концепции двухколесного транспорта необходимо провести исторический экскурс. На рисунке ниже показана схема развития двухколесного транспорта, начиная с 1818 года (рис. 1). Немецкий профессор барон Карл фон Дрез из Карлсруэ в 1818 году запатентовал первый двухколесный самокат, который он назвал «машиной для бега» (Laufmaschine). Самокат Дреза был двухколесным, снабжен рулем и выглядел в целом как велосипед без педалей с деревянной рамой. Изобретение назвали «дрезиной» в честь изобретателя Дреза [2]. С тех пор человечество озадачилось созданием идеального двухколесного транспортного средства. Было создано

множество разнообразных конструкций, но только в 1885 году впервые появился классический вариант велосипеда, который мы знаем сейчас, и в этом же 1885 году появился первый мотоцикл с бензиновым двигателем. С тех пор эти два вида двухколесного транспорта постоянно совершенствовались и долгое время не имели альтернатив, пока не появился электровелосипед.

История развития двухколесного транспорта

Из приведенной схемы видно, как развивался двухколесный транспорт. Мотоциклы, скутеры и велосипеды сегодня существуют в огромном количестве вариаций в зависимости от их назначения (городские, внедорожные и т.д.). Устоялся их внешний вид, функциональность и компоновки, чего нельзя сказать о электровелосипеде. Здесь имеется простор для инженерных и дизайнерских новаций. Электродвигатель может быть встроен в колесо, аккумулятор может располагаться в любом месте конструкции и т.д. [3].

Принципиальные преимущества электровелосипеда

1. Велосипед с электроприводом позволяет преодолевать крутые подъемы и значительные расстояния без приложения особых физических усилий. В случае разрядки батареи можно использовать педальный привод.
2. Заряд аккумуляторов осуществляется от бытовой электросети 220 В.



Рис. 1. Схема развития двухколесного транспорта

3. Энергетические и экономические затраты на перемещение одного человека у электровелосипеда на порядок ниже, чем у любого другого вида городского транспорта.

4. Эксплуатация, парковка и хранение электрических велосипедов в сравнении со скутерами и мопедами для пользователей менее затратны.

5. Массовое использование электровелосипедов в городе приведет к сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу.

Несовершенство существующих конструкций электровелосипеда

1. Большая масса современного электровелосипеда (от 20 до 50 кг и более) затрудняет его педалирование и управление.

2. «Запас хода» современного электровелосипеда составляет в среднем 25–50 км, что не удовлетворяет требованиям многих пользователей, только единичные модели имеют «запас хода» более 100 км.

3. Время зарядки батарей составляет 2–6 часов.

4. Срок службы свинцово-кислотных и литий-ионных аккумуляторных батарей не более 2–3 лет при средней нагрузке. Для аккумуляторов LiFePO4 срок службы до 10 лет.

5. Стоимость электровелосипеда выше стоимости классического велосипеда [4].

Анализ существующих аналогов

На сегодняшний момент существует много зарубежных производителей, которые выпускают различные модели совре-

менных электровелосипедов. Некоторые модели таких электровелосипедов представлены на рис. 2.

Маркетинговые исследования рынка современных электровелосипедов

По данным консалтингового агентства Navigant Research, занимающегося маркетингом и аналитикой, прогнозируется рост продаж электровелосипедов к 2025 году до годового оборота в \$ 24,3 млрд. Революция электротранспортных средств идет полным ходом, и хотя основная часть внимания сфокусирована на электромобилях и автобусах на электричестве, самым продаваемым электротранспортом на планете остаются электровелосипеды (рис. 3), оценка продаж которых в 2016 году составила 35 млн единиц. Navigant Research отмечает среднегодовой темп роста (CAGR) глобальных продаж электровелосипедов на 0,4% в 2016–2025 года. Мировую индустрию электровелосипедов ожидает устойчивый рост – объем продаж, как прогнозируется, вырастет от 3,3 млн единиц в год до 6,8 млн единиц к 2025 году, причем львиная доля роста придется на страны Западной Европы и страны Юго-Восточной Азии, такие как Япония и Вьетнам. Общая доля электровелосипедов на рынке велосипедов останется стабильной и составит 22% в течение следующего десятилетия. Можно смело говорить о том, что примерно каждый четвертый новый велосипед будет оснащен электроприводом [5].



Greyp G-12 (от 6 000 EUR)



PEUGEOT AE21 (от 6 000 EUR)



PG bikes blacktrail (от 45 000 EUR)



PG bikes blacktrail 2 (от 60 000 EUR)

Рис. 2. Модели современных электровелосипедов зарубежных производителей

Продажи электровелосипедов в мире

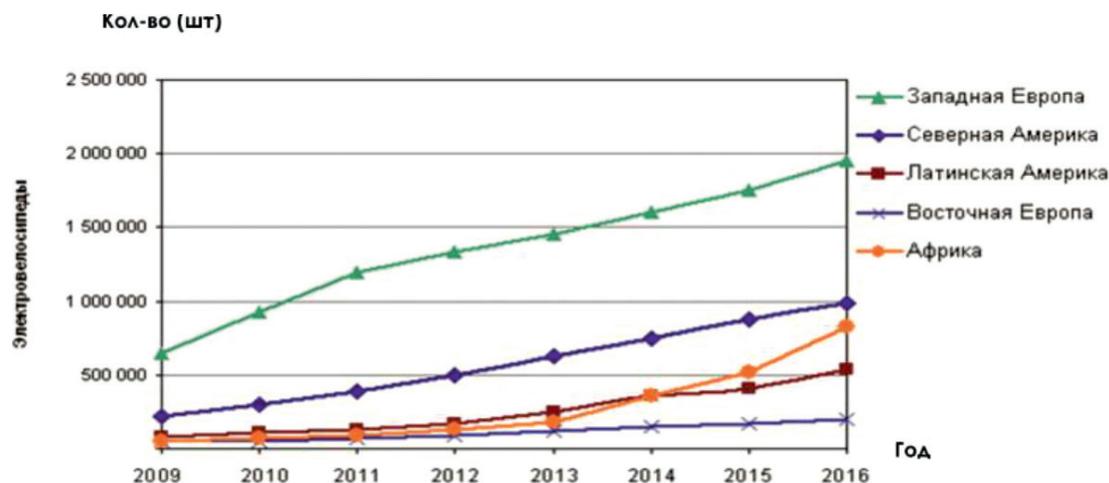


Рис. 3. Схема роста продаж электровелосипедов за последние годы

Предлагаемое решение

Перед началом разработки новой конструкции электровелосипеда был проведен дизайн-анализ, который показал, что большинство потенциальных пользователей электровелосипедов живет в больших городах. Поэтому было принято решение проектировать изделие для эксплуатации в условиях городской среды.

Также были изучены все аспекты пользовательских потребностей в контексте эксплуатации, хранения, обслуживания электровелосипеда. Полученные данные были учтены при разработке проекта электровелосипеда. Особое внимание при проектировании транспортного средства было уделено эргономике, так как предполагается его эксплуатация в двух режимах – на педальном приводе и на электротяге. Для получения числовых данных был изготовлен натурный макет, на котором были выверены все эргономические аспекты. Полученные данные легли в основу конструкции электровелосипеда. Было произведено компьютерное 3D-моделирование, результат которого показан на рис. 4. Для моделирования использовалась программа NX (система автоматизированного проектирования) от компании Siemens PLM Software. Фотореалистичные изображения электровелосипеда дают полное представление о новом дизайн-решении [6].

*Основные характеристики
разработанного двухколесного
городского транспортного средства*

Целью работы является разработка дизайна транспортного средства. Дизайн

нельзя измерить в числовом выражении, он имеет ряд эстетических, эргономических и функциональных решений, которые направлены на удовлетворение потребностей пользователя (эстетических, эргономических и функциональных). Дизайн разработанного электровелосипеда имеет ряд особенностей, отличающих его от конкурентов. У него вместительное багажное отделение, в котором можно без труда разместить портфель с документами формата А4 и бутылку с водой объемом до 1,5 литра. Руль и педали легко складываются, что удобно для хранения и транспортировки. Также руль можно регулировать по углу наклона, что помогает настроить удобное положение для управления велосипедом каждому пользователю. Сидение удобно во всех режимах эксплуатации, как при передвижении на педальном приводе, так и на электротяге. Энергоемкая передняя и задняя подвеска (ход подвески сзади и спереди по 90 мм). Рама и декоративные элементы конструкции выполнены из углепластика и базальтопластика. На руле спроектировано место для крепления смартфона или любого другого электронного устройства. Там же расположен бортовой компьютер, который отображает основные параметры и дает возможность настройки ходовых характеристик. Электровелосипед имеет световое оборудование, передние и задние светодиодные ходовые огни, а так же светодиодную фару дальнего света. Электровелосипед может комплектоваться различными по мощности электродвигателями и батареями. Это позволит достичь максимальной скорости 100 км/ч и запаса хода 300 км. Вес конструкции, по пред-

варительной оценке, будет равен 35–45 кг, в зависимости от комплектации. Предполагаемая минимальная стоимость базовой комплектации составит 200 тыс. руб.

Заключение

Разработанное городское двухколесное транспортное средство являет-

ся электровелосипедом с отличным от конкурентов дизайном. Он, безусловно, найдет своего пользователя и сыграет свою роль в дальнейшем развитии отрасли двухколесных транспортных средств с электроприводом. На сегодня изготовлен прототип и ведется его ходовые испытания (рис. 5).

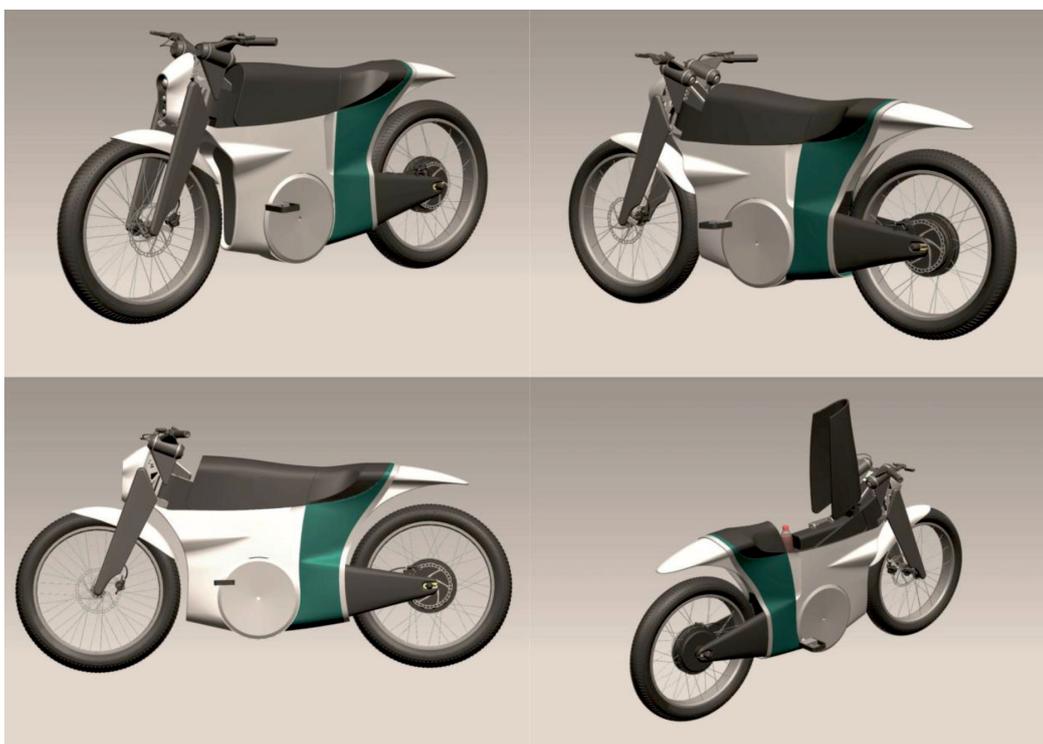


Рис. 4. Результаты 3D-моделирования

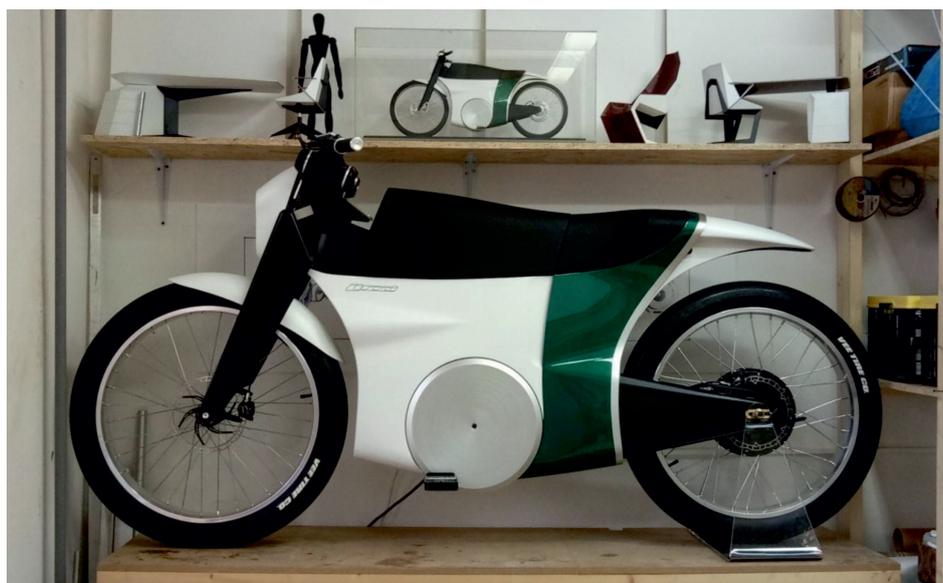


Рис. 5. Прототип разработанного электровелосипеда

Данное научное исследование проводится при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «УМНИК» по теме «Разработка двухколесного транспортного средства, приводимого в движение комбинированным приводом: мускульной силой или электродвигателем» в рамках договора № 1082ГУ/2016 от 29.12.2016 г.

Список литературы

1. Пополов А.С. Электровелосипед сегодня и завтра / А.С. Пополов // Наука и жизнь. – 1999. – № 8. – С. 51.
2. 29 апреля 1785 года 230 лет назад родился Карл Фон Дрез, немецкий изобретатель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru/users/dejavu57/post360659491> (дата обращения: 15.01.18).
3. Электровелосипеды: мифы и факты [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.eltreco.ru/articles/20847/> (дата обращения: 16.01.18).
4. Электрический велосипед [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://voltreco.ru/stati/article_post/elektricheskiy-velosiped1 (дата обращения: 17.01.18).
5. Продажи электровелосипедов достигнут \$ 24,3 млрд к 2025 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.eltreco.ru/articles/17928/> (дата обращения: 17.01.18).
6. Сафин Д.Ю., Терехова Н.Ю., Брекалов В.Г. Применение технологии трехмерного прототипирования в образовательном процессе // Научный журнал «Дизайн и технологии». – 2012. – № 29 (71). – С. 118–123.

УДК 538.95

РЕНТГЕНОВСКИЕ ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ СПЕКТРЫ И ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА АНАТАЗА, ДОПИРОВАННОГО ФОСФОРОМ

¹Коротин М.А., ²Гаврилов Н.В., ³Чолах С.О., ^{1,3}Курмаев Э.З.

¹Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: michael@korotin.name;

²Институт электрофизики УрО РАН, Екатеринбург;

³Физико-технологический институт, Уральский федеральный университет, Екатеринбург

Исследование электронной структуры тонких пленок TiO₂ со структурой анатаза, имплантированных ионами фосфора, проводилось с помощью измерений рентгеновских фотоэлектронных спектров остовных уровней и валентной зоны и численных расчетов, выполненных в рамках теории функционала плотности (DFT) в приближении когерентного потенциала (CPA). Обнаружено, что XPS P 2p-спектры показывают наличие двух сигналов при 134,2 и 130,3 эВ, что можно объяснить образованием связей P-O и P-Ti соответственно. Это означает, что как катионное (P→Ti), так и анионное (P→O) замещение происходит в системе P:TiO₂. Этот вывод подтверждается DFT-расчетами, которые показывают, что структура валентной зоны XPS P:TiO₂ может быть воспроизведена только при смешанном замещении.

Ключевые слова: диоксид титана, структура анатаза, рентгеновские фотоэлектронные спектры, электронная структура

X-RAY PHOTOELECTRON SPECTRA AND ELECTRONIC STRUCTURE OF ANATASE DOPED BY PHOSPHORUS

¹Korotin M.A., ²Gavrilov N.V., ³Cholakh S.O., ^{1,3}Kurmaev E.Z.

¹M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, e-mail: michael@korotin.name;

²Institute of Electrophysics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg;

³Institute of Physics and Technology, Ural Federal University, Ekaterinburg

The investigation of the electronic structure of thin TiO₂ films with anatase structure implanted with phosphorus ions was carried out using measurements of the X-ray photoelectron spectra of core levels and the valence band and numerical calculations performed within the framework of the density functional theory (DFT) in coherent potential approximation (CPA). It was found that the XPS P 2p spectra show the presence of two signals at 134.2 and 130.3 eV, which can be explained by the formation of P-O and P-Ti bonds, respectively. This means that both the cationic (P→Ti) and anionic (P→O) substitution occurs in the P:TiO₂ system. This conclusion is supported by DFT calculations, which show that the structure of the valence band of XPS P:TiO₂ can be reproduced only with mixed substitution.

Keywords: titanium dioxide, anatase structure, X-ray photoelectron spectra, electronic structure

Использование водородного топлива привлекает все большее внимание, поскольку нефть и другие невозобновляемые виды топлива становятся все более истощенными и дорогими. Водородное топливо может быть получено из чистых и возобновляемых источников энергии, и, следовательно, цикл его получения также является чистым и возобновляемым. Однако в настоящее время возобновляемая энергия составляет лишь около 5% от объема производства коммерческого водорода, получаемого главным образом путем электролиза воды, в то время как остальное количество водорода (95%) в основном получают из ископаемого топлива. Фотоэлектрический электролиз воды может стать конкурентоспособным и более дешевым способом получения водорода, при использовании полупроводниковых материалов с малой шириной энергетической щели. Диоксид титана TiO₂ широко используется для расщепления воды и про-

изводства водорода из-за его высокой фотокаталитической активности, фотостабильности, устойчивости к фотокоррозии, низкой стоимости и нетоксичности [1]. К сожалению, большая ширина запрещенной зоны (3,0 эВ для рутила и 3,2 эВ для анатаза) ограничивает оптическое поглощение ультрафиолетовой областью, которая составляет 3–5% от всего солнечного спектра. Таким образом, электронная структура полупроводника играет ключевую роль в полупроводниковом фотокатализе. Для уменьшения запрещенной зоны и сдвига края оптического поглощения в видимую область обычно используют легирование TiO₂ углеродом [2] и азотом [3]. Совсем недавно фосфор стал использоваться в качестве легирующей добавки для этих целей [4]. Однако в настоящее время не совсем ясно, какой тип P-легирования реализуется в этом случае: катионное (P→Ti) или анионное (P→O) замещение. Согласно [4] в

P-допированном TiO_2 обнаружено катионное замещение с одним окисленным состоянием иона фосфора – P^{5+} . С другой стороны, в тонких пленках $\text{P}:\text{TiO}_2$, полученных химическим осаждением при атмосферном давлении, найдены как катионные (P^{5+}), так и анионные (P^{3-}) типы замещения [5]. В настоящей работе мы исследовали структурные конфигурации примесных атомов в анатазе, имплантированном ионами фосфора ($E = 30$ кэВ, $D = 1 \cdot 10^{17}$ см $^{-2}$) с использованием как экспериментальных (XPS) измерений (основных уровней и валентных полос), так и теоретических (DFT) расчетов.

Материалы и методы исследования

Тонкие пленки TiO_2 были изготовлены с использованием золь-гель химического метода, в котором в качестве прекурсора, катализатора и растворителя использовали соответственно изопропоксид титана (97%), азотную кислоту (60%) и безводный этанол. Очищенную и деионизированную воду использовали для гидролиза упомянутого прекурсора, и все химические вещества использовались без какой-либо дополнительной очистки. Полученные таким образом пленки TiO_2 осаждали на Si-пластинах (100), которые предварительно подвергали ультразвуковой очистке в течение 30 мин сначала в ацетоне, а затем в этаноле. После этого их промывали деионизированной водой. Приготовленные таким образом пленки сушили при комнатной температуре и выдерживали в печи при 60 °C в течение 1 дня для полного удаления оставшихся растворителей, после чего их отжигали при 100 °C в течение 2 часов. Пленки анатаза аттестовались полевой эмиссионной сканирующей электронной микроскопией и атомно-силовой микроскопией [6].

Для имплантации ионов фосфора в the thin-film TiO_2 samples использовался ионный источник на основе разряда с полым катодом в магнитном поле, работающий в парах фосфора [7]. Испарение порошка красного фосфора производилось за счет мощности, выделяющейся на катоде разряда. Источник первоначально запускался на аргоне, после нагрева катода и достижения парциального давления паров фосфора в разряде 0,01 Па подача газа прекращалась и источник стабильно работал в непрерывном режиме с током разряда 200 мА. Расходящийся ионный пучок с энергией 25 кэВ и плотностью тока на оси системы 0,02 мА/см 2 формировался двухэлектродной одноапертурной системой.

Рентгеновские фотоэлектронные спектры (XPS) измерялись с помощью спектрометра PHI XPS Versaprobe 5000 (ULVAC-Physical Electronics, USA), имеющего классическую рентгено-оптическую схему с полусферическим кварцевым монохроматором и энергоанализатором, работающим в области энергий связи 0–1500 эВ. Эта система использует электростатическую фокусировку и магнитное экранирование и имеет энергетическое разрешение $\Delta E \leq 0,5$ эВ для Al K α излучения (1486,6 эВ). Перед измерениями все образцы выдерживались в вакууме (10^{-7} Па) в течение 24 часов. Размер сфокусированного рентгеновского излучения составлял 100 мкм. Спектры обрабатывались с использованием пакета программ ULVAC-PHI MultiPak Software 9.3.

В неупорядоченном сплаве замещения примеси распределяются случайным образом в узлах исходной матрицы. Чтобы смоделировать электронную структуру такого сплава соответствующим образом, использовалось приближение когерентного потенциала (CPA). Расчеты $\text{P}:\text{TiO}_2$ в приближении когерентного потенциала (CPA) проводились для стехиометрического TiO_2 со структурой анатаза и 5 атомных процентов фосфора, с помощью внутренних кодов, разработанных в [8]. Приближение когерентного потенциала основано на использовании теории функционала плотности (DFT); в настоящей работе в качестве DFT-метода использовались линейаризованные muffin-tin орбитали (LMTO). Данные о кристаллической структуре анатаза взяты из [9]. Электронная структура анатаза была рассчитана с использованием обобщенного градиентного приближения (GGA) в рамках метода LMTO (код Штутгарта TB-LMTO-ASA v47 [10]). Радиусы атомных сфер титана и кислорода были равны 2,40 и 1,84 а.е. соответственно. В базис LMTO-функций были включены Ti 4s, 4p, 3d состояния, O 2s, 2p, 3d состояния и 1s, 2p, 3d состояния пустых сфер (пустые сферы – это псевдоатомы с нулевым ядерным зарядом, расположенные в соответствующих вакантных кристаллографических позициях). Мы рассчитали зонную структуру для нелегированного TiO_2 и трех соединений с P-легированием: $[\text{Ti}_{0,95}\text{P}_{0,05}]_2\text{O}_2$, $\text{Ti}[\text{O}_{0,95}\text{P}_{0,05}]_2$ и $[\text{Ti}_{0,95}\text{P}_{0,05}][\text{O}_{0,95}\text{P}_{0,05}]_2$.

Результаты исследования и их обсуждение

XPS обзорный спектр (рис. 1) показал сигналы O 1s, Ti 2p, C 1s, P 2p и Si 2s, 2p-линий из Si-подложки и отсутствие неконтролируемых примесей. XPS P 2p (рис. 2, а) показывает две линии при 134,2 и 130,3 эВ, что можно объяснить образованием связей P-O [11] и P-Ti [12] соответственно. Спектр валентной зоны XPS (VB) $\text{P}:\text{TiO}_2$ (рис. 2, б) оказался более сложным, чем спектр нелегированного анатаза, и показал кроме O 2s (A) четыре подполосы (B, C, D и E).

Чтобы понять происхождение этих подполос, мы провели численные расчеты электронной структуры TiO_2 и $\text{P}:\text{TiO}_2$ в приближении когерентного потенциала. Вычисленная ширина запрещенной зоны в анатазе (2,12 эВ) оказалась меньше экспериментально найденной величины 3,2–3,4 эВ, что характерно для любых зонных расчетов, которые не включают дополнительных поправок для обменно-корреляционного функционала [13]. Чтобы правильно описать щель в энергетическом спектре TiO_2 , было использовано приближение $\text{GG}\ddot{\text{A}}+\text{U}$ [14–16] с параметром кулоновского взаимодействия (U) для Ti d-оболочки, равным 6 эВ. В расчетном энергетическом спектре нелегированного TiO_2 (рис. 3, а) 2s-состояния кислорода (A) расположены в диапазоне (–20, –18 эВ); валентная зона (–7, –2 эВ) содержит в основном состояния

O 2p, а зона проводимости в области (1,6) eV в основном образованы Ti 3d-состояниями. Валентная зона отделена от зоны проводимости запрещенной зоной 3,2 эВ. Напомним, что значение щели соответствует экспериментальному из-за соответствующего выбора параметра кулоновского взаимодействия U. Линия, обозначающая энергию Ферми, размещена в середине расчетной запрещенной зоны. Когда кислородная подрешетка легируется фосфором $\text{Ti}[\text{O}_{0,95}\text{P}_{0,05}]_2$ (рис. 3, б), новые состояния

(B и E) появляются в энергетическом спектре. Низкоэнергетическая подполоса (B) сосредоточена примерно при -11 эВ (в прежнем зазоре между состояниями O 2s и O 2p для нелегированного TiO_2). В верхней части валентной зоны исходного TiO_2 в области (-2,5, -0,8 эВ) появляется высокоэнергетический двойная структура (E). Так как Ферми проходит в этом случае в области дополнительной высокоэнергетической подполосы, то соединение $\text{Ti}[\text{O}_{0,95}\text{P}_{0,05}]_2$ представляет собой металл.

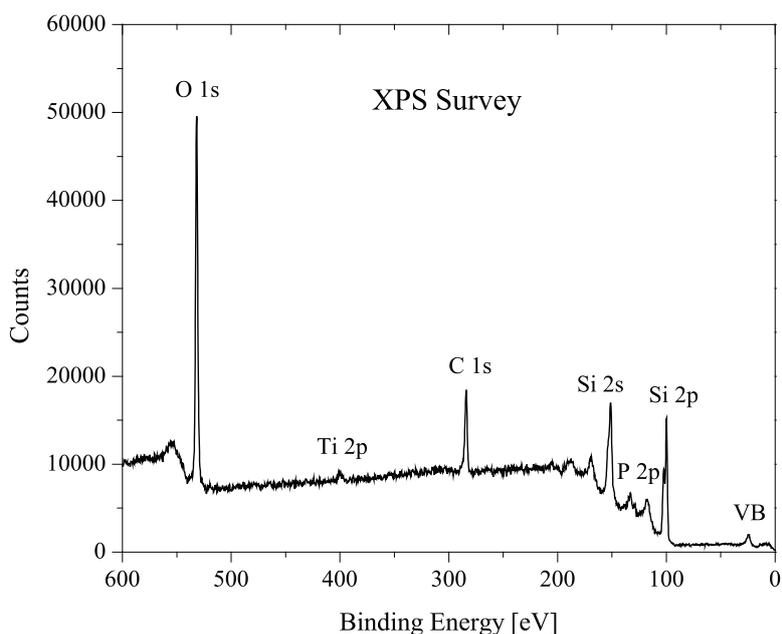


Рис. 1. XPS обзорный спектр анатаза, имплантированного ионами фосфора

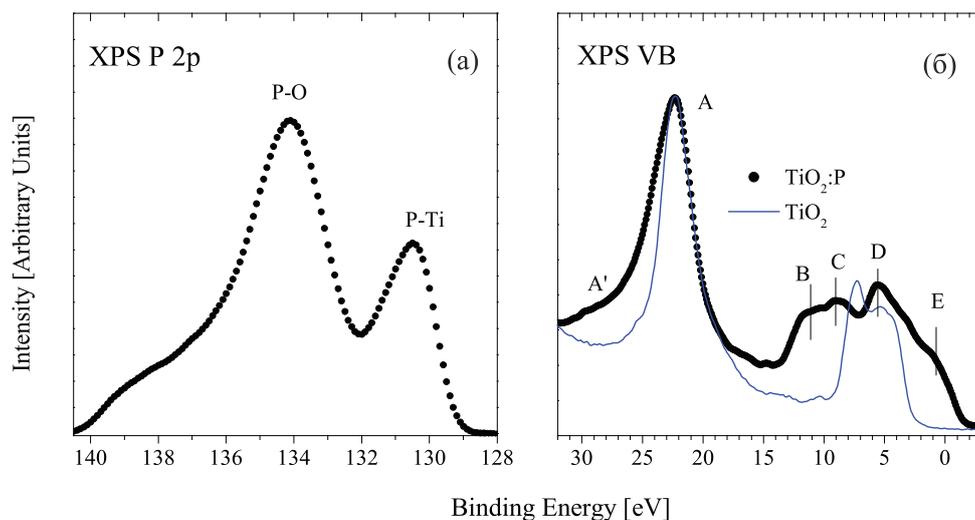


Рис. 2. XPS спектры P 2p (а) и валентной полосы (б) of P:TiO₂

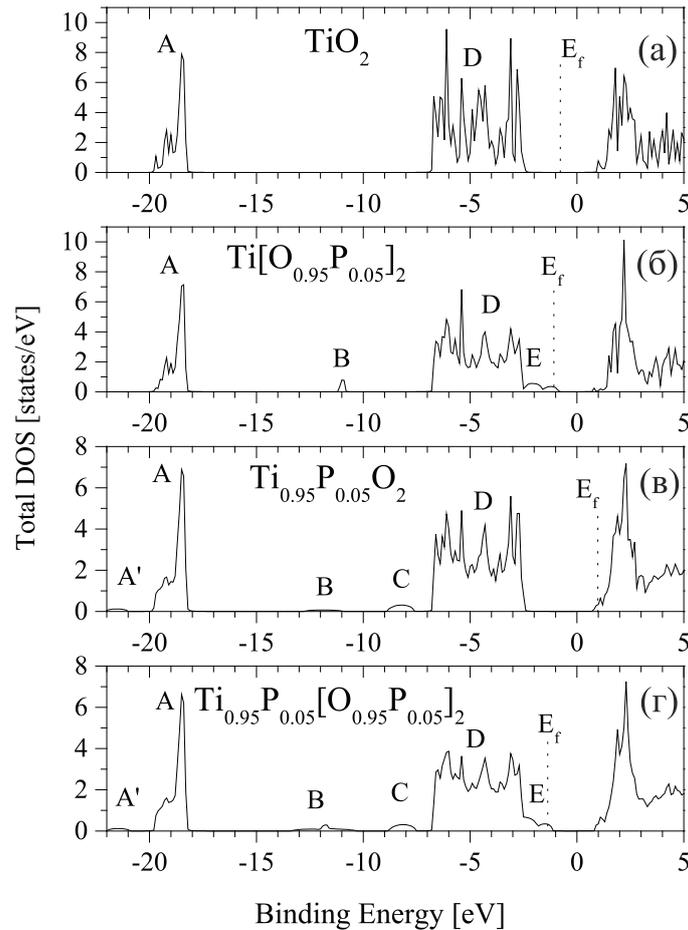


Рис. 3. Полные плотности электронных состояний для TiO_2 (а), $\text{Ti}[\text{O}_{0.95}\text{P}_{0.05}]_2$ (б), $\text{Ti}_{0.95}\text{P}_{0.05}\text{O}_2$ (в) и $[\text{Ti}_{0.95}\text{P}_{0.05}][\text{O}_{0.95}\text{P}_{0.05}]_2$ (г)

Размещение примесных атомов фосфора в титановой подрешетке $[\text{Ti}_{0.95}\text{P}_{0.05}]\text{O}_2$ приводит к большим изменениям в энергетическом спектре анатаза (рис. 3, в). Новые полосы, созданные фосфором (A'), находятся при энергии (-22, -21 эВ), т.е. ниже состояний O 2s, а также при (-13, -11 эВ) (B) и при (-9, -7,5 эВ) (C) в прежнем зазоре между состояниями O 2s и O 2p и на дне зоны проводимости около +1 эВ, где в данном случае проходит энергия Ферми. В случае примеси фосфора, распределенной по подрешеткам титана и кислорода с составом $[\text{Ti}_{0.95}\text{P}_{0.05}][\text{O}_{0.95}\text{P}_{0.05}]_2$, энергетический спектр (рис. 3, г) содержит все особенности, которые обсуждались ранее для селективного допирования в подрешетках титана и кислорода и полностью согласуются с результатами измерения рентгеновского фотоэлектронного валентного спектра (рис. 2, б). Интересно, что полоса при (-13,5, -10 эВ) (B) оказалась шире, чем полосы, центриро-

ванные при -11 эВ для $[\text{Ti}_{0.95}\text{P}_{0.05}]\text{O}_2$ и при (-13, -11 эВ) для $[\text{Ti}_{0.95}\text{P}_{0.05}]\text{O}_2$. Это произошло из-за гибридизации между состояниями фосфора в двух разных подрешетках. Энергия Ферми расположена в данном случае вблизи верхней части полностью заполненной кислородной зоны, как это и наблюдается на эксперименте (рис. 2, б). Таким образом, CPA расчеты показывают, что XPS валентный спектр P:TiO₂ может быть воспроизведен только при смешанном замещении. Этот вывод подтверждается расчетами энергий образования для различных структурных конфигураций примесных атомов, которые показывают, что чисто анионное или катионное замещение менее вероятно, чем смешанное замещение. Так установлено, что замещение кислорода примесными атомами фосфора соответствует энергии образования +6,60 эВ/Р, в то время как смешанная конфигурация дает энергию образования +4,18 эВ/Р.

Заключение

В данной работе мы провели теоретическое и экспериментальное исследование электронной структуры анатаза, имплантированного Р-ионами. Основываясь на измерениях рентгеновских фотоэлектронных спектров и расчетах электронной структуры DFT, можно заключить, что в пленках анатаза, имплантированных ионами фосфора, реализуется возможность как анионного, так и катионного замещения с формированием P^{5+} и P^{3+} ионов соответственно. Пятивалентный фосфор (P^{5+}) вызывает синее смещение в оптическом спектре и увеличение числа свободных носителей, в то время как P^{3+} ионы стимулируют быструю рекомбинацию фотогенерируемых зарядов. Следовательно, комбинация P^{5+} и P^{3+} ионов может быть полезна для создания многофункциональных материалов с варьируемыми свойствами для широкого спектра приложений.

Авторы выражают благодарность Д.А. Зацепину за помощь в проведении измерений XPS спектров. Работа была выполнена при поддержке ФАНО (Проект 0089-2014-0036).

Список литературы

1. Yasuda M., Matsumoto T., Yamashita T., Sacrificial hydrogen production over TiO_2 -based photocatalysts: Polyols, carboxylic acids, and saccharides // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2018. – vol. 81. – P. 1627–1635.
2. Kwon H., Mota F.M., Chung K., Jin Jang Y.J., Hyun J.K., Lee J., Kim D.H. Enhancing Solar Light-Driven Photocatalytic Activity of Mesoporous Carbon- TiO_2 Hybrid Films via Upconversion Coupling // *ACS Sustainable Chem. Eng.* – 2018. – vol. 6. – P. 1310–1317.
3. Matejova L., Koci K., Troppova I., Sihor M., Edelmanova M., Lang J., Capek L., Matej Z., Kustrowski P., Obalova L. TiO_2 and Nitrogen Doped TiO_2 , Prepared by Different Methods; on the (Micro)structure and Photocatalytic Activity in CO_2 Reduction and N_2O Decomposition // *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. – 2018. – vol. 18. – P. 688–698.
4. Korosi L., Papp S., Bertoti I., Dekany I. Surface and bulk composition, structure, and photocatalytic activity of phosphate-modified TiO_2 // *Chem Mater*. – 2007. – vol. 19. – P. 4811–4819.
5. Sotelo-Vazquez C., Noor N., Kafizas A., Quesada-Cabrera R., Scanlon D.O., Taylor A., Durrant J.R., Parkin I.P. Multifunctional P-Doped TiO_2 Films: A New Approach to Self-Cleaning, Transparent Conducting Oxide Materials // *Chem. Mater*. – 2015. – vol. 27. – P. 3234–3242.
6. Segota S., Curkovic L., Ljubas D., Svetlicic V., Houara I.F., Tomasic N., Synthesis, characterization and photocatalytic properties of sol-gel TiO_2 films // *Ceramics International*. – 2011. – vol. 37. – P. 1153–1160.
7. Gavrilov N.V., Men'shakov A.I. Generation of a pulsed high-current low-energy beam in a plasma electron source with a self-heated cathode // *Tech. Phys.* – 2016. – vol. 61. – P. 669.
8. Korotin M.A., Skorikov N.A., Zainullina V.M., Kurmaev E.Z., Lukoyanov A.V., Anisimov V.I. Electronic Structure of Nonstoichiometric Compounds in the Coherent Potential Approximation // *JETP Lett.* – 2012. – vol. 94. – P. 806–810.
9. Howard J.C., Sabine T.M., Dickson F. Structural and thermal parameters for rutile and anatase // *Acta Crystallogr. B*. – 1991. – vol. 47. – P. 462.
10. Andersen O.K., Jepsen O. Explicit, first-principles tight-binding theory // *Phys. Rev. Lett.* – 1984. – vol. 53. – P. 2571–2574.
11. Zhao D., Zhang H., Xie Z., Zhang W.L., Yang S.L., Cheng W.D. Syntheses, crystal and electronic structures of compounds $AM(PO_4)_2$ ($A = Sr, M = Ti, Sn; A = Ba, M = Sn$) // *Dalton Trans.* – 2009. – vol. 28. – P. 5310–5318.
12. Boukhvalov D.W., Korotin D.M., Efremov A.V., Kurmaev E.Z., Borchers Ch., Zhidkov I.S., Gunderov D.V., Valiev R.Z., Gavrilov N.V., Cholakh S.O. Modification of titanium and titanium dioxide surfaces by ion implantation: Combined XPS and DFT study // *Phys. Status Solidi B*. – 2015. – vol. 252. – P. 748–754.
13. Zainullina V.M., Zhukov V.P., Korotin M.A. Influence of oxygen nonstoichiometry and doping with 2p-, 3p-, 6p- and 3d-elements on electronic structure, optical properties and photocatalytic activity of rutile and anatase: Ab initio approaches // *J. Photochem. Photobiol. C: Photochem. Rev.* – 2015. – vol. 22. – P. 58.
14. Anisimov V.I., Zaanen J., Andersen O.K. Band theory and Mott insulators – Hubbard U instead Stoner I // *Phys. Rev. B*. – 1991. – vol. 44. – P. 943.
15. Li J., Meng S., Qin L. and Lu H., Optical properties of anatase and rutile TiO_2 studied by GGA+U // *Chinese Physics B*. – 2017. – vol. 26. – P. 087101–087106.
16. Kiarri E.M., Govender K.K., Ndungu P.G., Govender P.P. The generation of charge carriers in semi conductors – A theoretical study // *Chem. Phys. Lett.* – 2017. – vol. 678. – P. 167–176.
17. Mattioli G., Alippi P., Filippone F., Caminiti R., Bonapasta A.A., Deep versus Shallow Behavior of Intrinsic Defects in Rutile and Anatase TiO_2 Polymorphs // *J. Phys. Chem. C*. – 2010. – vol. 114. – P. 21694–21704.

УДК 54-16:536.2:692

НОВЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА НЕЛИНЕЙНЫХ ОДНОМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНЫХ ТЕЛ

Мусабаев Т.Т., Каюпов Т., Сейлханова Д.К.

Евразийский технологический институт ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, e-mail: eti.enu@mail.ru

В статье проанализированы аналитические и численные решения линейных и нелинейных одномерных задач теплопроводности для цилиндрических, сферических и пластинчатых неоднородных тел, включая присутствие химически разнородных материалов, разделяющих различные среды, с учетом полного комплекта граничных условий. Аналитическое решение этих задач сведено к формуле с коэффициентом-указателем типа тел. Рассмотрены известные решения по расчету железобетонных тел и коэффициенты из нормативной литературы. Научная новизна данной работы заключается в учете непрерывной неоднородности коэффициента теплопроводности и внутренних источников тепловыделений. Получены численные решения нестационарных задач теплопроводности. Сравнение численных и аналитических решений тестовых задач доказывает достоверность полученных результатов. Эти решения, при наличии соответствующих коэффициентов, справедливы и для решения задач химических реакций с выделением тепла, влагопереноса, диффузии, коррозии трещинообразования и других задач, описываемых уравнением теплопроводности.

Ключевые слова: аналитическое и численное решение, линейные и нелинейные одномерные задачи, неоднородное тело, уравнение теплопроводности

NEW METHODS FOR CALCULATING NONLINEAR ONE-DIMENSIONAL HEAT CONDUCTIVITY PROBLEMS FOR CHEMICALLY INHOMOGENEOUS BODIES

Musabaev T.T., Kayupov T., Seylkhanova D.K.

Eurasian Technological Institute of the Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, e-mail: eti.enu@mail.ru

Analytic and numerical solutions of linear and nonlinear one-dimensional heat conduction problems for cylindrical, spherical and plate inhomogeneous bodies are analyzed in the article, including the presence of chemically dissimilar materials that separate different media, taking into account the complete set of boundary conditions. The analytical solution of these problems is reduced to a formula with a pointer-type index of bodies. Considered solutions for the calculation of reinforced concrete bodies and coefficients from normative literature are considered. The scientific novelty of this work is to take into account the continuous inhomogeneity of the thermal conductivity and internal sources of heat. Numerical solutions of nonstationary heat conduction problems are obtained. Comparison of numerical and analytical solutions of test problems proves the reliability of the results obtained. These solutions, in the presence of appropriate coefficients, are also valid for the solution of problems of chemical reactions with the release of heat, moisture transfer, diffusion, cracking corrosion, and other problems described by the heat equation.

Keywords: analytical and numerical solution, linear and nonlinear one-dimensional problems, inhomogeneous body, heat equation

Расчет теплопроводности непрерывно неоднородных тел является новым направлением в физике твердых тел. В большинстве случаев подобные задачи решаются для слоистых тел классическими методами [1].

При решении одномерных задач для неоднородных тел в цилиндрических и сферических координатах уравнения методы решения и результаты во многом подобны [2]. При решении задачи теплопроводности неоднородных тел, эту закономерность можно распространить и на условно бесконечные пластины, разделяющих разные среды. В данной работе эти задачи объединены путем применения к их решению единого подхода.

Дифференциальное уравнение теплопроводности имеет вид

$$r^{-\eta} \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_r(r) \cdot r^{\eta} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \rho \cdot c \cdot \frac{\partial T}{\partial \tau} - q(r), \quad (1)$$

где r – ось направленная перпендикулярно плоскости рассматриваемого тела; η – указа-

тель системы координат: 0 – декартовая; 1 – цилиндрическая; $\eta = 2$ – сферическая; ρ – объемный вес, $\text{кг}/\text{м}^3$; c – удельная теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$; в данной работе в отличие от [3] $q(r)$ зависит от интенсивности внутренних источников тепловыделений, от воздействия химических реакций, от внутреннего трения, от радиационного поля, от прохождения электрического тока и др.; $\lambda_r(r)$ – коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$. Для различных тел $\lambda_r(r)$ может возрастать, так и уменьшаться при увеличении температуры. Твердые тела уменьшают коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов также зависит и от давления [1].

Во многих случаях ограждающие конструкции бывают конструктивно неоднородными, слоистыми. Например, в жилых застройках часто встречаются пласты: декоративный, ограждающий, теплоизоляционный, облицовочный и т.д. В данной постановке коэффициент теплопроводности имеет непрерывную неоднородность.

Аналитические решения

Пусть $q(r) = q_0 \cdot r^k$, $\lambda_T(r) = \lambda_0 \cdot r^m$.

Рассматривается стационарная задача теплопроводности, т.е. $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$. Тогда уравнение (1) приобретает вид

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r^{m+\eta} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \frac{q_0}{\lambda_0} r^{\eta+k}. \quad (2)$$

Интегрируя (1) по r , получим

$$T = C_1 \cdot \frac{r^{1-\eta-m}}{1-\eta-m} + C_2 - \frac{q_0 \cdot r^{2-m+k}}{\lambda_0 \cdot (k-m+2) \cdot (\eta+k+1)}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = \frac{C_1}{r^{\eta+m}} - \frac{q_0 \cdot r^{1-m+k}}{\lambda_0 \cdot (\eta+k+1)}, \quad (4)$$

где C_1 и C_2 – произвольные постоянные.

Граничные условия 1 рода.

Заданы законы размещения температуры на поверхности тела:

$$r = a, T = T_a; r = b, T = T_b; \quad (5)$$

Подставляя в (3), получим

$$T_a = C_1 \cdot \frac{a^{1-\eta-m}}{1-\eta-m} + C_2 - \frac{q_0 \cdot a^{2-m+k}}{\lambda_0 \cdot (k-m+2) \cdot (\eta+k+1)};$$

$$T_b = C_1 \cdot \frac{b^{1-\eta-m}}{1-\eta-m} + C_2 - \frac{q_0 \cdot b^{2-m+k}}{\lambda_0 \cdot (k-m+2) \cdot (\eta+k+1)}, \quad (6)$$

Коэффициенты C_1 и C_2 определяются из решений систем уравнений (6):

$$C_1 = \left(T_a - T_b + \frac{q_0 \cdot (a^{2-m+k} - b^{2-m+k})}{\lambda_0 \cdot (k-m+2) \cdot (\eta+k+1)} \right) \cdot \frac{(1-\eta-m)}{a^{1-\eta-m} - b^{1-\eta-m}};$$

$$C_2 = -C_1 \cdot \frac{a^{1-\eta-m}}{1-\eta-m} - T_a + \frac{q_0 \cdot a^{2-m+k}}{\lambda_0 \cdot (k-m+2) \cdot (\eta+k+1)}. \quad (7)$$

Граничные условия 2 рода.

Заданы законы распределения интенсивности теплового потока g на границах:

$$r = a, -\lambda_0 \cdot a^m \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = g_a; r = b, \lambda_0 \cdot b^m \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = g_b; \quad (8)$$

Подставляя в (4), получим

$$-\lambda_0 \cdot C_1 \cdot a^{-\eta} + \frac{q_0 \cdot a^{1+k}}{\eta+k+1} = g_a; \lambda_0 \cdot C_1 \cdot b^{-\eta} - \frac{q_0 \cdot b^{1+k}}{\eta+k+1} = g_b. \quad (9)$$

Граничные условия 3 рода.

Заданы законы конвективного теплообмена среды с поверхностью тела. Применяются в задачах при обтекании поверхности тела жидкостью или газом [1]:

$$-\lambda_0 \cdot a^m \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = \beta_a \cdot (T - T_{cp}^a); \lambda_0 \cdot b^m \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = \beta_b \cdot (T - T_{cp}^b). \quad (10)$$

Здесь β_a, β_b – коэффициенты теплоотдачи внутренних и внешних поверхностей;

T_{cp}^a, T_{cp}^b – температура окружающей среды вблизи внутренних и внешних поверхностей.

Знак минус ставится, когда направление внешней нормали, рассматриваемой поверхности и оси r не совпадают.

Преобразуем граничные условия (9) в виде

$$T + \frac{\lambda_0 \cdot a^m}{\beta_a} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = T_{cp}^a; \quad T - \frac{\lambda_0 \cdot b^m}{\beta_b} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} = T_{cp}^b, \quad (11)$$

и подставляем в (11) решение (3) и (4), тогда решение уравнения (1) определяется из решения системы уравнений

$$\begin{aligned} C_1 \cdot \left(\frac{a^{1-\eta-m}}{1-\eta-m} + \frac{\lambda_0 \cdot a^{-\eta}}{\beta_a} \right) + C_2 - \frac{q_0 \cdot a^{1+k}}{\eta+k+1} \cdot \left(\frac{a^{1-m}}{\lambda_0 \cdot (k-m+2)} + \frac{1}{\beta_a} \right) &= T_{cp}^a; \\ C_1 \cdot \left(\frac{b^{1-\eta-m}}{1-\eta-m} - \frac{\lambda_0 \cdot b^{-\eta}}{\beta_a} \right) + C_2 - \frac{q_0 \cdot b^{1+k}}{\eta+k+1} \cdot \left(\frac{b^{1-m}}{\lambda_0 \cdot (k-m+2)} + \frac{1}{\beta_a} \right) &= T_{cp}^b. \end{aligned} \quad (12)$$

При надобности, для описания различных сложных теплофизических процессов, можно составлять произвольные комбинации сумм граничных условий (5), (8) и (11). Из полученных систем уравнений определяются коэффициенты C_1 и C_2 .

Граничные условия 4 рода.

Применяются в конструкциях, состоящих из различных слоев. В контакте любых двух слоев тел температура и интенсивность тепловых потоков равны:

$$T_{w1} = T_{w2}; \quad \lambda_1 \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{w1} = \lambda_2 \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{w2}, \quad (13)$$

где $w1$ и $w2$ – условные обозначения контактируемых двух тел. В данной постановке граничные условия четвертого рода не рассматриваются из-за непрерывной неоднородности рассматриваемого тела.

Полученные решения (12) имеют особые случаи при: $m = 1 - \eta$, $m = k + 2$ и $k + \eta = -1$.

Рассмотрим $m = 1 - \eta$: $\eta = 0$, $m = 1$, $\eta = 1$, $m = 0$ и $\eta = 2$, $m = -1$.

При $\eta = 0$, $m = 1$ уравнение (2) имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \frac{q_0}{\lambda_0} r^{k+\eta}. \quad (14)$$

Интеграл уравнения (14) для всех случаев $m = 1 - \eta$ имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial r} &= \frac{q_0}{\lambda_0} \frac{r^{k+\eta}}{(k+\eta+1)} + \frac{C_1}{r}; \\ T &= \frac{q_0}{\lambda_0} \frac{r^{k+\eta+1}}{(k+\eta+1)^2} + C_1 \ln r + C_2, \end{aligned} \quad (15)$$

где C_1 и C_2 – произвольные постоянные.

При $k + \eta = -1$ имеются следующие альтернативы:

$\eta = 0$, $k = -1$, $m = 1$, $\eta = 1$, $k = -2$, $m = 0$,
 $\eta = 2$, $k = -3$, $m = -1$.

$$I(T) = \int_V \left\{ \lambda_T \cdot (T')^2 - 2 \cdot q_0 \cdot T - \frac{\rho \cdot c}{\tau} \cdot (T^2 - 2 \cdot T' \cdot T) \right\} \cdot r^n \cdot dr - \oint_S \beta_\alpha \cdot (T^2 - 2 \cdot T_{cp}^\alpha \cdot T) \cdot r^n. \quad (18)$$

Для всех случаев $k + \eta = -1$ уравнение (14) имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \frac{q_0}{\lambda_0} r^{-1}. \quad (16)$$

Интеграл уравнения (14) имеет вид

$$\frac{\partial T}{\partial r} = \frac{q_0}{\lambda_0} \frac{\ln r}{r} + \frac{C_1}{r};$$

$$T = \frac{q_0}{\lambda_0} \frac{\ln^2 r}{2} + C_1 \ln r + C_2, \quad (17)$$

где C_1 и C_2 – произвольные постоянные.

Рассмотрим $m = k + 2$. Количество таких вариантов может быть большим. Но частные случаи, когда тело однородное при $m = 0$, $k = -2$ и $k = 0$, $m = 2$ соответствует случаю (16) и решению (17). При других значениях m и k соответствует случаю (14) и решению (15).

На рис. 1 представлена эпюра распределения температуры в сечении цилиндрического железобетонного радиационно-теплового экрана АЭС. Экран устанавливается для корпуса реактора и предназначен для снижения радиационных и тепловых воздействий, генерирующихся при работе атомного реактора, на находящиеся за ним строительные конструкции биологической защиты. Задача решена при различных вариантах неоднородности железобетона и значений внутренних источников тепла, обусловленных воздействием потока нейтронов при $k = 0$, $q_0 = \pm 1000$ Вт/м³ и следующих исходных данных: $a = 1$ м, $b = 2$ м, $T = -40$ °С, $T_b = 20$ °С, $\beta_a = \beta_b = 35$ Вт/(м² °С). Граничные условия 3 рода.

Для решения сформулированной краевой задачи (1) вариационно-разностным методом. Тогда эквивалентный функционал метода Ритца [4] имеет вид

Система алгебраических уравнений решена методом прогонки [5].

В табл. 1 показаны результаты численного и аналитического решений стационарной задачи при граничных условиях 3 рода в неоднородном теле ($m = -1$) при наличии внутренних источников тепловыделений при $k = 0$, $q_0 = 1000 \text{ Вт/м}^3$ [2], $a = 1 \text{ м}$, $b = 2 \text{ м}$, $T_a = -40^\circ\text{C}$, $T_b = 20^\circ\text{C}$, $\beta_a = \beta_b = 35 \text{ Вт/(м}^2\text{ }^\circ\text{C)}$ [4].

Результаты численного расчета при разбиении толщины стенки на 10 интервалов

практически совпадают с аналитическим решением (табл. 1). Для оценки зависимости коэффициента теплопроводности от температуры рассмотрена задача при $a = 1 \text{ м}$, $b = 2 \text{ м}$, $T_a = -40^\circ\text{C}$, $T_b = 20^\circ\text{C}$, $\beta_a = \beta_b = 35 \text{ Вт м}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Граничные условия 3 рода. Функция, аппроксимирующая график неоднородности жаростойкого бетона В30 [6] $\lambda(T) = 3 - 0,007 T \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ [3].

Коэффициенты λ_0 и m , используемые при аналитических решениях, определяются из граничных условий:

$$r = a, \lambda_0 a^m = \lambda(T_a) = 3 - 0,007 T_a = 3 - 0,007(-40) = 3,35;$$

$$r = b, \lambda_0 b^m = \lambda(T_b) = 3 - 0,007 T_b = 3 - 0,007(20) = 2,86.$$

Откуда

$$\lambda_0 = \lambda(T_a) / a^m, m = \ln(\lambda(T_b) / \lambda(T_a)) / \ln(b / a), \lambda_0 = 3,35, m = -0,228145949.$$

При необходимости аналогично можно получить формулу для определения k :

$$q_0 = q(a) / a^k, k = \ln(q(b) / q(a)) / \ln(b / a).$$

Решение получено при разбиении толщины стенки на 10 интервалов.

На рис. 2 показаны эпюры стационарного температурного поля в бетонном неоднородном теле для 3 итерации (табл. 2). Например, решения для шара обозначены как «Шар», «Ш-1» и «Ш-2». Решения в последних шагах практически совпадают.

На рис. 3 изображены эпюры нестационарного теплового поля в бетонном неоднородном теле через час, день и месяц (31 дней). Бетон имеет следующие теплофизические параметры $\lambda_T(T) = 3 - 0,007 T \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $c = 920 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$ и связаны с внешней средой ($\beta_a = 35 \text{ Вт/(м}^2\text{ }^\circ\text{C)}$, $\beta_b = 35 \text{ Вт/(м}^2\text{ }^\circ\text{C)}$, $T_b = 20^\circ\text{C}$). В начальный момент времени температура во всем теле равна 20°C , нестационарный процесс начинается, когда на внутренней части температура среды установлена $T_a = -40^\circ\text{C}$. Используются граничные условия третьего рода.

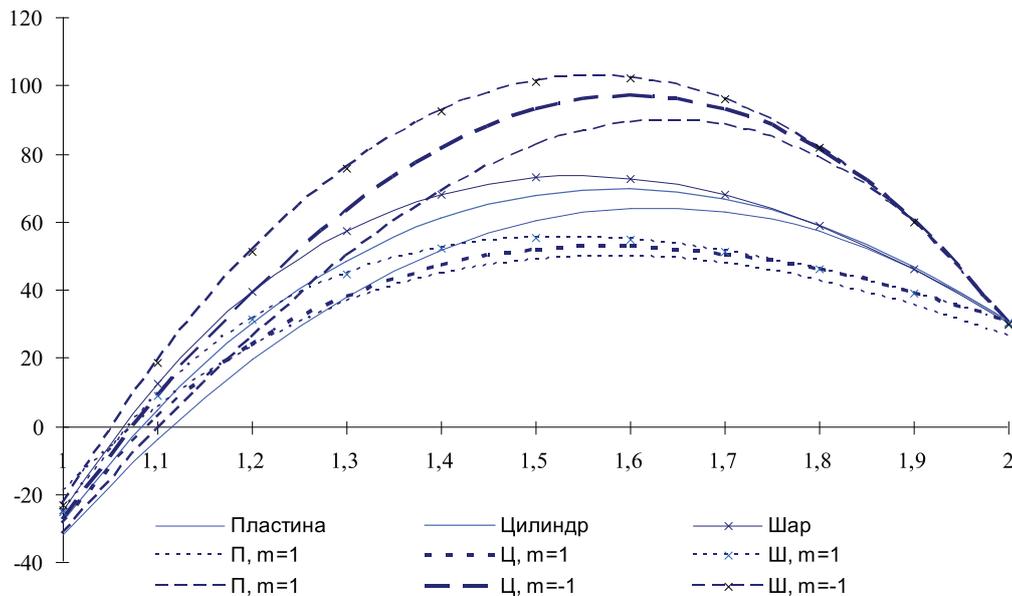


Рис. 1. Распределение температуры в неоднородном теле с внутренним источником тепловыделений $q_0 = 1000 \text{ Вт/м}^3$ при различных вариантах неоднородности: $m = 0$ и $m = \pm 1$

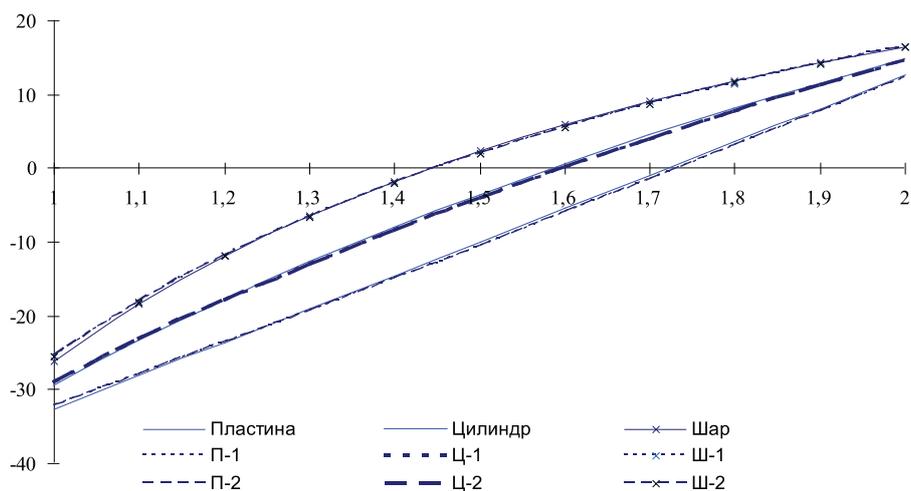


Рис. 2. Решение нелинейной задачи теплопроводности

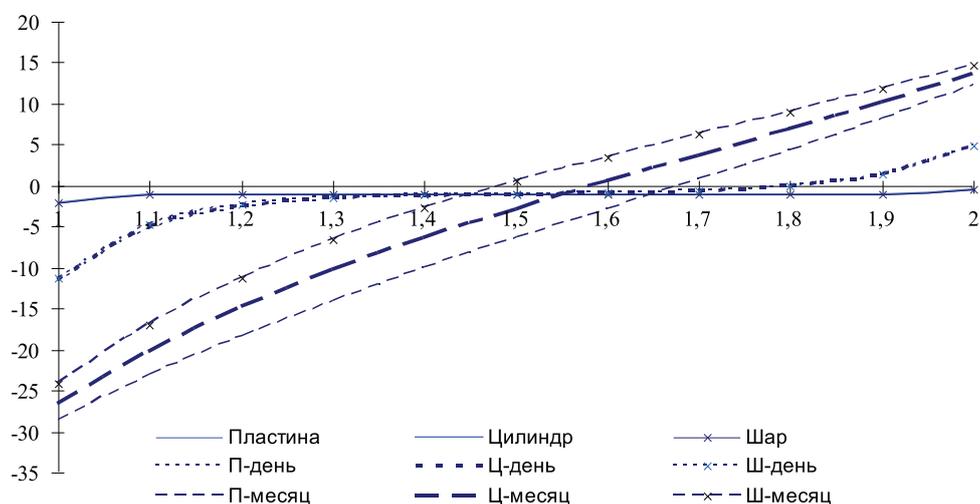


Рис. 3. Решение нелинейной нестационарной задачи теплопроводности

Таблица 1

Результаты численного и аналитического решений стационарной задачи при граничных условиях 3 рода

R, м	Пластина	Цилиндр	Шар	Пластина	Цилиндр	Шар	Пластина	Цилиндр	Шар
	аналитика	аналитика	аналитика	численный	численный	численный	разница	разница	разница
1	-22,07	-18,11	-13,76	-22,08	-18,15	-13,83	0,01%	0,04%	0,07%
1,1	7,47	16,75	26,5	7,42	16,72	26,41	0,05%	0,03%	0,09%
1,2	34,23	46,25	58,12	34,15	46,22	58,02	0,08%	0,03%	0,09%
1,3	57,21	69,89	81,58	57,11	69,86	81,47	0,09%	0,03%	0,10%
1,4	75,45	87,19	97,19	75,35	87,17	97,09	0,09%	0,02%	0,09%
1,5	87,97	97,65	105,12	87,87	97,64	105,03	0,09%	0,01%	0,09%
1,6	93,8	100,81	105,45	93,71	100,8	105,38	0,09%	0,01%	0,07%
1,7	91,95	96,15	98,19	91,88	96,15	98,14	0,07%	0,00%	0,05%
1,8	81,46	83,21	83,28	81,42	83,21	83,25	0,04%	0,00%	0,03%
1,9	61,35	61,48	60,63	61,33	61,49	60,63	0,02%	0,01%	0,00%
2	30,64	30,48	30,11	30,65	30,5	30,14	0,01%	0,02%	0,03%

Таблица 2

Эпюры температуры для 3 итерации

R, м	Пластина	Цилиндр	Шар	П-1	Ц-1	Ш-1	П-2	Ц-2	Ш-2
1	-32,61	-29,55	-26,05	-32,21	-29,05	-25,47	-32,21	-29,04	-25,47
1,1	-28,09	-23,45	-18,32	-27,97	-23,31	-18,17	-27,96	-23,3	-18,16
1,2	-23,57	-17,89	-11,88	-23,69	-18,01	-11,99	-23,67	-18	-11,98
1,3	-19,04	-12,77	-6,42	-19,36	-13,07	-6,69	-19,35	-13,06	-6,68
1,4	-14,52	-8,04	-1,75	-14,99	-8,45	-2,08	-14,98	-8,44	-2,08
1,5	-10	-3,62	2,31	-10,57	-4,1	1,95	-10,56	-4,09	1,95
1,6	-5,48	0,5	5,86	-6,11	0,01	5,5	-6,1	0,01	5,51
1,7	-0,96	4,38	8,99	-1,6	3,9	8,67	-1,6	3,9	8,67
1,8	3,57	8,03	11,78	2,95	7,61	11,5	2,95	7,61	11,51
1,9	8,09	11,49	14,27	7,56	11,14	14,06	7,56	11,14	14,06
2	12,61	14,77	16,51	12,21	14,52	16,37	12,21	14,52	16,37

Толщина стенки при $a = 1$ м, $b = 2$ м разбита на 10 интервалов. Шаг по времени в каждом рассматриваемом периоде разбит на 100 интервалов: первый час разделен на интервал по 36 сек; оставшиеся 23 часа первого дня по 828 сек; оставшиеся 30 дней месяца по 25920 сек.

Как видно из эпюр температурного поля (рис. 3), в начальный момент времени во всех рассматриваемых телах законы распределения температурного поля по сечению близки и количественно, и качественно. С течением времени решения стремятся к решению стационарных задач (рис. 2).

Исходя из проведенных расчетов, можно сделать заключение о значительном влиянии на температурное поле внутреннего тепла разогрева и неоднородности материала.

В данной работе $q(r)$ является переменной величиной, которая позволит решать задачи химических реакций, радиационного поля, электрического тока и др. Эти решения, при наличии соответствующих коэффициентов, справедливы и для решения

задач влагопереноса, диффузии, коррозии и трещинообразования и других задач, описываемых уравнением теплопроводности.

Список литературы

1. Бухмиров В.В. Теоретические основы теплотехники. Основы теплообмена. – Иваново: ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2009. – 102 с.
2. Андреев В.И. Некоторые задачи и методы механики неоднородных тел: монография. – М.: Изд-во АСВ. 2002. – С. 288. URL: <http://elibrary.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks56965> (дата обращения: 15.01.2018).
3. Каюпов Т., Сейлханова Д. Решение одномерных задач теплопроводности неоднородных тел // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону, Москва, 12–16 мая 2014 года. – С. 166–179.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. 2-е изд., исправленное. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с.
5. Кузнецов Г.В. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
6. Строительные нормы и правила: СНиП 2.03.04-84. Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. – М., 1984. – 180 с.

УДК 544.653:546

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИТАНОВЫХ ОСНОВ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ АНОДОВ В УСЛОВИЯХ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ СЕРНОКИСЛЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Бачаев А.А., Пачурин Г.В., Смирнова В.М., Иванова О.М.

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Нижегород, e-mail: pachuringv@mail.ru*

Проблема стойкого анодного материала важна при электролизе агрессивных серноокислотных сред, в частности при экстрагировании цинка и меди, электролитическом хромировании, регенерации отработанных растворов. В настоящее время используют все в большей мере так называемые составные композиционные электроды, в которых на малоизнашиваемую токоподводящую основу из титана нанесен активный слой, чаще всего из оксидов благородных металлов, выполняющий роль анода. Срок службы композиционных анодов в значительной мере определяет оксидная плёнка, формирующаяся на поверхности титановой основы. Барьерные свойства этой плёнки зависят от состава раствора и режима анодной поляризации. В работе определены состав и электрохимические характеристики регенерируемого раствора. Установлено поведение титана в этом растворе при анодной поляризации. Проведено сравнение электрохимических характеристик монолитного и пористого электродов. Выявлено, что определяющим фактором этих характеристик является образующаяся плёнка оксидов титана. Показано, что наибольший вклад в измеряемую величину потенциала вносит омическое падение напряжения в плёнке, состоящей из смеси оксидов титана, имеющих полупроводниковую природу, которое уменьшается с ростом анодной плотности тока. Установлено, что сопротивление плёнки оксидов титана на пористом электроде значительно ниже, чем на монолитном, в 5 раз меньше измеряемая величина потенциала. Выбран вид титановой основы для последующего нанесения активного слоя.

Ключевые слова: серноокислый раствор, выщелачивание, регенерация, электролит, титановая основа, потенциал, анодная поляризация, пассивация, коррозионная стойкость, электрохимические характеристики

CHARACTERISTICS OF TITANIUM BASES FOR COMPOSITE ANODES IN CONDITIONS OF REGENERATION OF SULFURED SULFURONE ELECTROLYTES

Bachaev A.A., Pachurin G.V., Smirnova V.M., Ivanova O.M.

*Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: pachuringv@mail.ru*

The problem of stable anode material is important in the electrolysis of aggressive sulfuric acid media, in particular, when extracting zinc and copper, electrolytic chromium, regeneration of waste solutions. At present, more and more so-called composite electrodes are used, in which an active layer, mostly made of noble metal oxides, acting as an anode, is deposited onto a slightly worn current-carrying base of titanium. The service life of composite anodes largely determines the oxide film formed on the surface of the titanium base. The barrier properties of this film depend on the composition of the solution and the anodic polarization regime. The composition and electrochemical characteristics of the regenerated solution are determined. The behavior of titanium in this solution during anodic polarization is established. The electrochemical characteristics of monolithic and porous electrodes are compared. It was found that the determining factor of these characteristics is the resulting film of titanium oxides. It is shown that the largest contribution to the measured value of the potential is made by the ohmic voltage drop in the film consisting of a mixture of titanium oxides having a semiconductor nature that decreases with the anode current density. It is established that the resistance of a titanium oxide film on a porous electrode is much lower than that of a monolithic electrode, 5 times the measured value of the potential. The type of titanium base for the subsequent application of the active layer is chosen.

Keywords: sulphate solution, leaching, regeneration, electrolyte, titanium base, potential, anodic polarization, passivation, corrosion resistance, electrochemical characteristics

Проблема стойкого анодного материала важна при электролизе агрессивных серноокислотных сред, в частности при экстрагировании цинка и меди, электролитическом хромировании, регенерации отработанных растворов. Основным процессом на аноде в этих случаях является выделение кислорода. Электрохимические методы регенерации позволяют одновременно извлекать ценные продукты (на катоде) и восстанавливать концентрацию серной кислоты (в анодном пространстве). Материал,

конструкция электрода определяют расход электроэнергии, продолжительность эксплуатации. Выбор материала и конструкции ограничен вследствие высокой коррозионной активности сред и наличия анодной поляризации.

В настоящее время для вышеперечисленных целей используют все в большей мере так называемые составные композиционные электроды, в которых на малоизнашиваемую токоподводящую основу из титана нанесен активный слой, чаще

всего из оксидов благородных металлов, выполняющий роль анода. Основными недостатками этих электродов являются трудоемкость и многостадийность изготовления, дефицитность благородных металлов, высокая стоимость. Поэтому представляет практический интерес возможность направленного синтеза высокоактивных анодов с длительным сроком службы на основе более доступных оксидов неблагородных металлов.

При эксплуатации изменение характеристик составных анодов (потенциал, селективность, срок службы) связано одновременно как с изменением состояния поверхностного слоя титановой основы, так и с превращениями в самом активном слое. Изменения в обеих составляющих зависят от условий протекания основного процесса (состав электролита, плотность тока, поляризация, длительность протекания тока) [1]. Таким образом, в любых новых условиях необходимо определять и оптимизировать характеристики как самой титановой основы, так в целом и электрода с активным слоем, нанесенным на эту основу.

Цель работы – определение характеристик и выбор титановой основы в условиях регенерации отработанных сернокислых растворов для последующего нанесения активного слоя. В представленной работе определялись характеристики монолитных и пористых металлокерамических титановых основ при анодной поляризации в отработанном сернокислом растворе, при его регенерации. Высокая коррозионная стойкость титана обеспечивается образованием на его поверхности защитных оксидных пленок [2].

В серной кислоте титан сохраняет устойчивость только до 5% концентрации, после чего начинается коррозия, которая с увеличением концентрации серной кислоты возрастает. На кривой зависимости скорости коррозии от концентрации кислоты имеется два максимума, соответствующие концентрациям 40 и 78%, между которыми находится минимум скорости коррозии. С увеличением температуры скорость коррозии титана сильно возрастает [3]. Анодное растворение титана в активной области потенциалов происходит с образованием трехвалентных ионов. При поляризации титана в серной кислоте до потенциала около +2 В начинается новый электродный процесс, соответствующий выделению кислорода. Процесс выделения кислорода на титане идет с высоким перенапряжением и с очень малой скоростью (низкий поляризационный ток), что связано с сильным торможением, оказываемым этому процес-

су параллельным текущим процессам образования анодной оксидной пленки. Пассивное состояние не нарушается даже при достижении очень высоких положительных значений потенциала. Искровой пробой анодной пленки на титане в 0,1н H₂SO₄ наблюдается при достижении потенциала около 150 В [3].

Чем выше концентрация кислоты и температура раствора, тем при более положительном потенциале достигается состояние полного закрытия поверхности титана пассивной пленкой, когда титан находится в полностью пассивном состоянии и скорость его анодного растворения не зависит от потенциала [3].

В растворах серной кислоты в присутствии различных катионов: Cu²⁺, Pt⁴⁺, Au³⁺, Te³⁺, Al³⁺ коррозия титана резко снижается по сравнению с коррозией в растворах, не содержащих перечисленных ионов. Замедление скорости коррозии объясняется адсорбцией поверхностью титана этих ионов с последующей их частичной хемосорбцией [4].

Оксидная пленка, образующаяся на титане при анодной поляризации, обладает низкой проводимостью, вследствие чего уже при небольших токах возникают очень высокие значения электродных потенциалов. Чем положительнее электродный потенциал, тем толще пленки. При значениях потенциала более +4 В увеличение толщины пленки практически не происходит. При анодном окислении титана в 40% серной кислоте пассивная пленка состоит из тонкого внутреннего сплошного слоя (барьерного) $\delta = 20 \div 10 \text{ \AA}$ и внешнего более толстого, но менее сплошного оксидного слоя. Торможение анодного процесса на титане определяется не общей толщиной пассивной пленки, а ее барьерным слоем, в первую очередь затруднением, которое он оказывает протеканию ионного тока в анодном направлении, что связано с уровнем дефектности и полупроводниковыми свойствами барьерного слоя. Дефектность пленок снижается с ростом потенциала до некоторого значения ($\varphi = 1,4\text{В}$), после чего меняется незначительно [5]. Оксид титана (3) является полупроводником р-типа, а оксид титана (4) – п-типа. Стехиометрия оксидов, тип проводимости, а отсюда их электропроводность и электрохимическая активность зависят от состава раствора, плотности тока и времени поляризации. При анодной поляризации полупроводник р-типа переходит в п-типа [5].

Исследуемые материалы, методики подготовки поверхности, исследований и контроля изложены в работах [6, 7].

Результаты исследования и их обсуждение

Состав исследуемого раствора, полученного после выщелачивания гальванопламов: Fe – 2600 мг/л, Ni – 8,0 мг/л, Cu – 12500 мг/л, Cr – 22,0 мг/л, Zn – 1080 мг/л, Pb – 5,0 мг/л, Sn – 60,0 мг/л, Mn – 15,0 мг/л, Cd – 1,2 мг/л, Co – 1,44 мг/л.

В анионный состав исследуемого раствора входят сульфат, нитрат и хлорид ионы. Redox потенциалы в контрольном и исследуемом растворах равны соответственно +0,81 В и +0,71 В. В исследуемом растворе присутствуют ионы железа, хрома и марганца, имеющие переменную валентность, и redox потенциал в этом растворе устанавливается благодаря их окислительно-восстановительным реакциям.

Об электрохимической анодной активности веществ, присутствующих в исследуемом растворе, судили по поляризационным потенциодинамическим кривым, снятым на платине. В исследуемом растворе ток в два раза выше, чем в контрольном, что говорит об участии примесных ионов в анодных процессах.

Выделение кислорода из исследуемого раствора протекает с большими затруднениями, чем из контрольного раствора, так как посторонние катионы, адсорбируясь на платине, меняют строение ДЭС и тормозят процесс выделения кислорода [5].

Как исходные элементы, так и продукты их электрохимических превращений могут оказывать влияние на формирование оксидной пленки на титане, изменяя ее характеристики. Возможность такого участия была проверена при потенциодинамической анодной поляризации титана до видимого выделения кислорода (основного процесса при электролизе). Несмотря на очень высокое перенапряжение выделения кислорода на платине величина потенциала на титане

значительно положительнее, чем на платине (рис. 1).

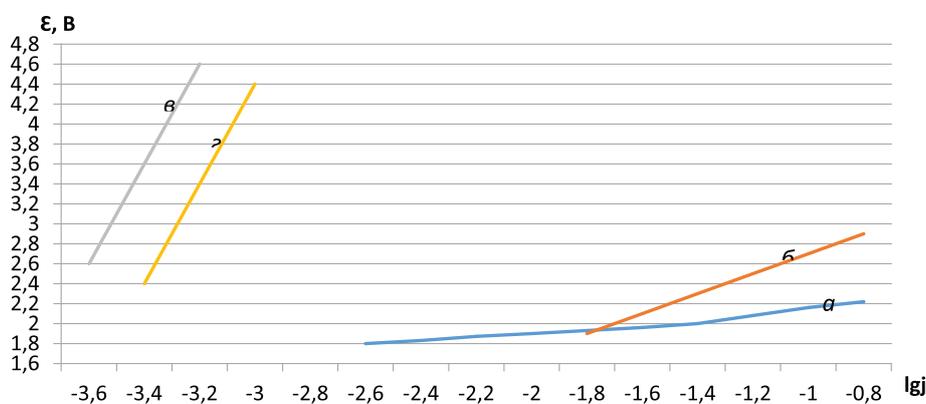
Это свидетельствует о значительном вкладе в измеряемую величину потенциала падения напряжения в оксидной пленке на титане. Видимое выделение кислорода на титане по сравнению с платиной начинается при более электроположительных потенциалах (3,3–3,4 В) вследствие образования малоэлектропроводной пленки на поверхности титана, состоящей из ряда его оксидов, которые соответствуют Ti_2O_3 и Ti_3O_5 , что косвенно подтверждает фиолетовый цвет титана после анодной поляризации.

Потенциалы на кривых, снятых гальваностатическим методом, при сравнимых плотностях тока более положительны, чем потенциалы на кривых, снятых потенциодинамическим методом (при 0,3 мА/см², соответственно 6,0 и 1,0 В). Это увеличение связано с разным временем для формирования малоэлектропроводных пленок оксидов титана, поэтому увеличивается их сопротивление и доля падения напряжения в величине потенциала.

С ростом плотности тока сопротивление на границе электрод – раствор, рассчитанное по величине спада потенциала при отключении тока, снижается (табл. 1).

Таблица 1
Влияние анодной плотности тока на сопротивление границы монокристаллический титановый электрод – раствор

Плотность тока, А/дм ²	Сопротивление, Ом/дм ²
0,01	42,1
0,02	19,6
0,03	15
0,04	11
0,085	8,7
0,2	5,3
0,45	3,2



а) на платине в контрольном растворе б) на платине в исследуемом растворе

Рис. 1. Перенапряжение выделения кислорода

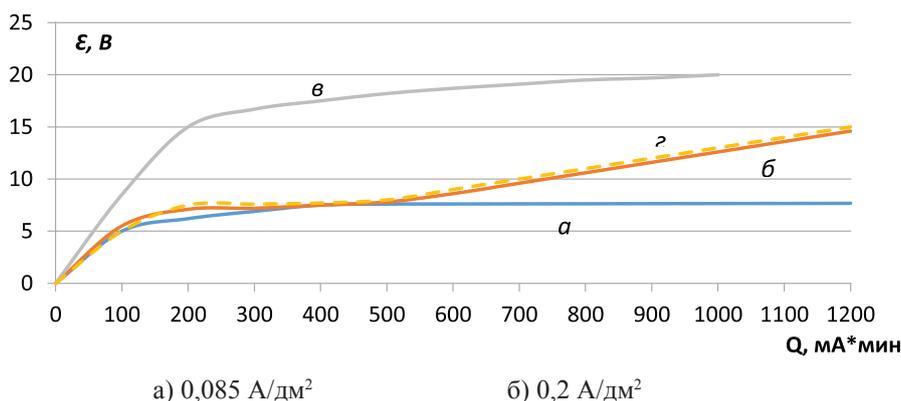


Рис. 2. Анодные гальваностатические кривые на монокристаллическом титане

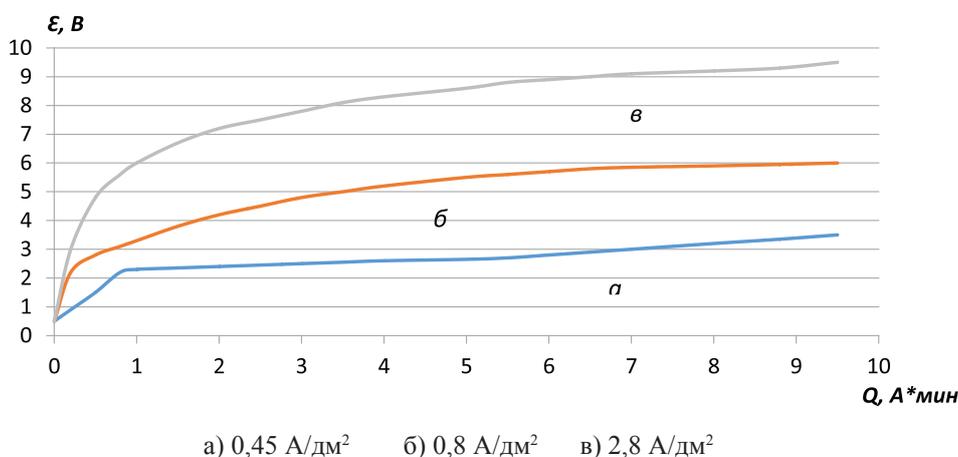


Рис. 3. Анодная поляризация порошкового титана в исследуемом растворе

Увеличение плотности тока приводит к большему локальному разогреву электрода, поэтому пленки будут более дефектными, т.е. с меньшим сопротивлением. Дефектность растет и благодаря повышению степени окисленности титана до TiO_2 , чему способствует рост потенциала при увеличении плотности тока. В диапазоне плотностей тока $0,01-0,04 \text{ A/dm}^2$ основным процессом является окисление титана, но такие плотности тока невыгодны с точки зрения расхода дефицитного титана. Процесс выделения кислорода протекает неинтенсивно, что тормозит регенерацию серной кислоты при электролизе исследуемого раствора. При плотностях тока $0,085-0,45 \text{ A/dm}^2$ основным процессом – выделение кислорода, сопротивление границы электрод-раствор оставалось значительным и продолжало уменьшаться с ростом плотности тока.

При длительной гальваностатической поляризации (что характерно для промышленного электролиза) наблюдают два участка изменения потенциала анода (рис. 2).

На первом – значительный рост потенциалов, обусловленный формированием и ростом толщины оксидной пленки на титане. На втором – рост значительно замедляется, на этих участках большая часть тока тратится на выделение кислорода. Непропорционально низкие значения величин потенциалов при больших плотностях тока по сравнению с $0,085 \text{ A/dm}^2$ на вторых участках ($200-500 \text{ mA*min}$) свидетельствуют о том, что формируются разные по природе и толщине оксидные слои на титане.

Такая возможность подтверждается тем, что цвет образцов после анодной поляризации в исследуемом растворе при плотности тока $0,45 \text{ A/dm}^2$ и $0,2 \text{ A/dm}^2$ был светло-серым, что больше соответствует TiO_2 , а при плотности тока $0,085 \text{ A/dm}^2$ – фиолетовым, что характерно для Ti_2O_3 . На основании установленного влияния плотности тока (рис. 3) было предложено снижение последней, что достигалось использованием пористых титановых основ, фактическая поверхность которых в десятки (сотни) раз превышает видимую геометрическую.

Потенциал порошкового титанового электрода, несмотря на большее сопротивление (табл. 2), достигает 3,5 В, тогда как на монолитном – почти 30 В [7] при сравнимых плотностях тока. Уменьшение потенциала достигнуто за счет снижения поляризации электродных процессов при снижении анодной плотности тока и формировании иных по природе оксидных слоев, на которых менее затруднено выделение кислорода.

Потенциодинамическое исследование пористого титанового электрода показало, что на нем выделение кислорода из исследуемого раствора (как и на монолитном (рис. 1) облегчено по сравнению с контрольным раствором. Влияние элементов, находящихся в исследуемом растворе, на процессы, протекающие на пористом титановом электроде, выражено гораздо меньше, чем на монолитном титане. При одинаковых плотностях тока (на геометрическую поверхность электрода) потенциалы монолитного и пористого электрода в гальваностатическом режиме были более положительны, чем в потенциодинамическом режиме. Разница потенциалов на пористом титане составляет $\approx 0,8$ В, тогда как на монолитном ≈ 4 В.

Определено сопротивление границ пористого титана в исследуемом растворе при плотностях тока 0,8 и 2,8 А/дм² (табл. 2).

Таблица 2

Влияние анодной плотности тока на сопротивление границы пористый электрод – раствор

Плотность тока, А/дм ²	Сопротивление, Ом/дм ²
0,45	1
0,8	0,33
2,8	0,2

Сопротивление на границе пористый титан – раствор в 3,2 раза ниже, чем сопротивление на границе монолитный титан – раствор (табл. 1) и тоже уменьшается с ростом плотности тока. Видимое выделение кислорода на пористом титане зафиксировано при потенциале 2,4 В, т.е. практически с самого начала опыта.

С ростом плотности тока на пористом титане так же, как и на монолитном, наблюдается рост потенциала, что связано с формированием на титане фазовой оксидной пленки с более защитными свойствами. Цвет электродов после анодной поляризации при плотности тока 0,45 А/дм² и 0,8 А/дм² был золотисто-бронзовый, а при плотности тока 2,8 А/дм² – фиолетовый, что соответствует TiO и Ti₂O₃.

Выводы

1. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольший вклад в измеряемую величину потенциала вносит омическое падение напряжения в пленке, состоящей из смеси оксидов титана, имеющих полупроводниковую природу.

2. В процессе анодной поляризации на пористом электроде величина потенциала в 5 раз меньше, чем на монолитном. Пористые титановые основы и рекомендуются для нанесения активного слоя.

Список литературы

1. Баешов А.Д. Электрохимическое поведение титана при поляризации переменным током в растворах серной кислоты / А.Д. Баешов, А.К. Баешова, Н.С. Иванов, У.А. Абдувалиева, Н.Е. Цыганкова, В.И. Вигдорович // Коррозия: материалы, защита. – 2013. – № 5. – С. 1–6.
2. Ильин А.А. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства / А.А. Ильин, Б.А. Колачев, И.С. Полькин // Справочник. – М.: ВИЛС-МАТИ, 2009. – 520 с.
3. Марьева Е.А. Влияние состава электролита на процесс электрохимического окисления титана / Е.А. Марьева, О.В. Попова // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 1. – С. 173–177.
4. Shoesmith D.W., Noel J.J., Annamalai V.E. Corrosion of Titanium and Its Alloys. Elsevier – 2016. – С. 2042–2052.
5. Беспалова Ж.И. Исследование возможно фазовой разупорядоченности в металлооксидном активном покрытии титанового анода / Ж.И. Беспалова, В.В. Иванов, И.В. Смирницкая, Л.Н. Фесенко, Ю.Д. Кудрявцев // Известия вузов. Северо-Кавказский регион, Естественные науки. – Спец. выпуск: Проблемы электрохимии и экологии. – 2008. – С. 59–60.
6. Бачаев А.А. Разработка композиционных анодов электрохимических процессов технологии регенерации сернокислых растворов / А.А. Бачаев, Г.В. Пачурин, В.М. Смирнова, М.В. Шаманин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6–2. – С. 228–235.
7. Никольский Б.П. Справочник химика: т. 3, ч. 2. Химическое равновесие и кинетика. Свойства растворов. Электродные процессы. – М.: Книга по требованию, 2013. – 517 с.

УДК 547.854.4:615.281.8

СИНТЕЗ И ПРОТИВОВИРУСНАЯ АКТИВНОСТЬ 1-(БЕНЗОИЛБЕНЗИЛ) ПРОИЗВОДНЫХ 5-(ФЕНИЛАМИНО)УРАЦИЛА

¹Озеров А.А., ²Новиков М.С.

¹ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», Волгоград, e-mail: prof_ozerov@yahoo.com;

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Волгоград, e-mail: m-novikov1@mail.ru

Осуществлен синтез новых потенциальных противовирусных агентов в качестве ненуклеозидных ингибиторов вирусспецифических ферментов пиримидиновой природы, содержащих фрагменты бензофенона в боковой цепи. Алкилирование триметилсилильных производных 5-(фениламино)урацила бензилбромидом, содержащими бензоильный заместитель в мета- или пара-положении, в кипящем безводном 1,2-дихлорэтаноле приводит к соответствующим 1-(бензоилбензил)производным с выходом 46–51%. Их дальнейшее алкилирование бензилхлоридом в безводном диметилформамиде в присутствии избытка карбоната калия дает 1,3-добензилированные 5-(фениламино)урацилы с выходом 69–74%. Химическая структура синтезированных соединений была доказана методом ЯМР-спектроскопии. Изучение противовирусной активности новых соединений *in vitro* показало, что 1-(3-бензоилбензил)-5-(фениламино)урацил эффективно подавляет размножение различных штаммов цитомегаловируса человека и варицелла-зостер вируса в клеточной культуре HEL при значении ингибирующей концентрации в диапазоне от 1,64 до 11,14 мкг/мл. Цитотоксичность этого соединения составляет 91,72 мкг/мл. Активности в отношении других ДНК- и РНК-содержащих вирусов: вируса герпеса простого типа 1 и типа 2, вируса оспы, аденовируса, коронавируса, вируса везикулярного стоматита, Коксаки вируса, респираторно-синцитиального вируса, вируса парагриппа, реовируса, вирусов Синдбис, Пунта Торо и желтой лихорадки, вирусов гриппа А/Н1N1, А/Н3N2 и В обнаружено не было.

Ключевые слова: урацил, бензофенон, ненуклеозидный ингибитор, цитомегаловирус человека, варицелла-зостер вирус

SYNTHESIS AND ANTIVIRAL ACTIVITY OF 1-(BENZOYLBENZYL) 5-(PHENYLAMINO)URACIL DERIVATIVES

¹Ozerov A.A., ²Novikov M.S.

¹Volgograd Research Medical Centre, Volgograd, e-mail: prof_ozerov@yahoo.com;

²Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: m-novikov1@mail.ru

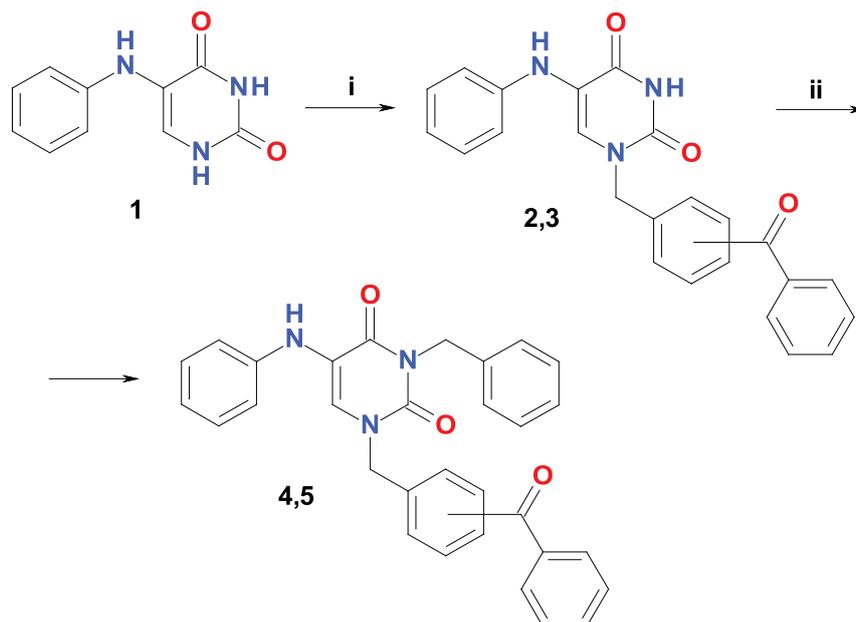
Synthesis of new potential antiviral agents as non-nucleoside inhibitors of virus-specific enzymes of pyrimidine nature, containing fragments of the benzophenone in the side chain was carried out. The alkylation of trimethylsilyl derivatives of 5-(phenylamino)uracil with benzylbromides containing benzoyl substituent in meta- or para-position, in boiling anhydrous 1,2-dichloroethane leads to the corresponding 1-(benzoylbenzyl) derivatives with yields of 46–51%. Their further alkylation with benzylchloride in anhydrous dimethylformamide in the presence of excess of potassium carbonate gives the 1,3-dibenzylated 5-(phenylamino)uracils with yields of 69–74%. The chemical structure of synthesized compounds was proved by the NMR spectroscopy. Study of antiviral activity *in vitro* of new compounds revealed that 1-(3-benzoylbenzyl)-5-(phenylamino)uracil effectively suppresses the replication of various strains of human cytomegalovirus and varicella-zoster virus in HEL cell culture with the value of inhibitory concentration in the range from 1.64 to 11.14 µg/ml. The cytotoxicity of this compound is 91.72 µg/ml. The activity against other DNA- and RNA-containing viruses: herpes simplex virus type 1 and 2, vaccinia virus, adeno virus, human coronavirus, vesicular stomatitis virus, Coxsackie virus, respiratory syncytial virus, para-influenza virus, reovirus, Sindbis virus, Punta Toro virus, yellow fever virus, influenza A/H1N1, A/H3N2 and B was not found.

Keywords: uracil, benzophenone, non-nucleoside inhibitor, human cytomegalovirus, varicella-zoster virus

N-замещенные производные пиримидиновых оснований зарекомендовали себя в качестве «привилегированных молекул», проявляющих разнообразную фармакологическую активность, в том числе противовирусную [1], противоопухолевую [2] и антибактериальную [3]. Ранее среди N-бензилпроизводных 5-(фениламино)урацила был выявлен ряд соединений, эффективно подавляющих репликацию ВИЧ-1 и герпесвирусов [4]. В продолжение этих исследований нами осуществлен синтез новых N-бензилпроизводных 5-(фенилами-

но)урацила, содержащих бензофеноновый фрагмент в составе боковой цепи, который обеспечивает, как нами было показано ранее [5], эффективное связывание производных урацила с аллостерическим сайтом обратной транскриптазы ВИЧ-1.

Синтез N¹-моно- и N¹,N³-добензилзамещенных производных 5-(фениламино)урацила (**1**) был основан на разработанном нами методе N-алкилирования триметилсилильных производных пиримидиновых оснований алкилгалогенидами с невысокой реакционной способностью [6] (схема).



Синтез *N*-бензилпроизводных 5-(фениламино)урацила. Условия и реагенты:
 i) ГМДС, NH_4Cl , кипячение, 1 ч; бензоилбензилбромид, 1,2-дихлорэтан, кипячение, 20 ч;
 ii) бензилхлорид, K_2CO_3 , ДМФА, 80–85 °С, 2 ч

Кипячение исходного 5-(фениламино)урацила (1) в избытке гексаметилдисилазана в присутствии каталитического количества аммония хлорида в течение 1 ч приводит к образованию прозрачного раствора, упаривание которого в вакууме с количественным выходом дает триметилсилилпроизводное 5-(фениламино)урацила. Однако, в отличие от триметилсилилпроизводных урацила, тимина или 6-метилурацила, производное 5-(фениламино)урацила быстро и полностью кристаллизуется при охлаждении, что свидетельствует о его более высокой полярности. Методом спектроскопии ЯМР было установлено, что экзотическая аминогруппа 5-(фениламино)урацила (1) не подвергается силилированию, и полученный продукт представляет собой 2,4-ди(триметилсилилокси)-5-фениламинопиримидин. Тем не менее, триметилсилилпроизводное 5-(фениламино)урацила легко растворяется в малополярном 1,2-дихлорэтано, что способствует успешному селективному N^1 -алкилированию этого соединения.

Взаимодействие триметилсилилпроизводного 5-(фениламино)урацила с бензоилзамещенными бензилбромидомидами протекает в течение 20 ч при кипячении их раствора в 1,2-дихлорэтано с защитой от влаги воздуха. Выход целевых 1-(бензоилбензил) производных 5-(фениламино)урацила (2, 3), составляющий 46–51%, можно считать до-

статочно высоким, поскольку алкилирующие агенты не выделялись в индивидуальном состоянии и не подвергались очистке.

Заключительное N^3 -бензилирование соединений 2 и 3 бензилхлоридом, приводящее к дибензилпроизводным 5-(фениламино)урацила (4, 5), протекает в «классических» условиях – при нагревании в среде безводного диметилформамида в присутствии карбоната калия, что обеспечивает удовлетворительный (69–74%) выход конечных продуктов.

Спектры ЯМР регистрировали на спектрометре Bruker Avance 600 (600 МГц для ^1H и 150 МГц для ^{13}C) в ДМСО- d_6 . Температуры плавления измерены в стеклянных капиллярах на приборе Mel-Temp 3.0 (Laboratory Devices Inc., США).

1-(3-Бензоилбензил)-5-(фениламино)урацил (2). К кипящему раствору 5,0 г (25,5 ммоль) 3-бензоилтолуола в 50 мл безводного тетрагхлорметана при интенсивном освещении светом видимого диапазона добавляют в течение 30 мин раствор 4,5 г (28,2 ммоль) брома в 25 мл тетрагхлорметана, кипятят с защитой от влаги воздуха 4 ч, растворитель отгоняют в вакууме водоструйного насоса на кипящей водяной бане и получают продукты бромирования в виде вязкого янтарного масла. Смесь 5,0 г (24,6 ммоль) 5-(фениламино)урацила, 50 мл гексаметилдисилазана и 0,05 г хлорида аммония кипятят с защитой от влаги воздуха в течение 1 ч

до образования прозрачного раствора, избыток гексаметилдисилазана удаляют в вакууме, остаток растворяют в 50 мл безводного 1,2-дихлорэтана, добавляют раствор продуктов бромирования в 50 мл 1,2-дихлорэтана и кипятят в течение 20 ч. Охлаждают, добавляют 10 мл воды и 2 мл концентрированного гидроксида аммония, перемешивают, выдерживают при температуре 0–5 °С в течение суток, образовавшийся осадок отфильтровывают, промывают 25 мл холодного 1,2-дихлорэтана водой, сушат на воздухе, дважды кристаллизуют из 95% этилового спирта и получают 4,35 г золотистого игольчатого кристаллического вещества, выход 46%, т. пл. 179–181,5 °С.

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 5,00 с (2H, CH₂); 6,65–7,76 м (14 H, арил, NH); 7,81 с (1H, H⁶); 11,63 с (1H, NH).

Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 53,40; 117,81; 120,22; 121,54; 131,96; 132,00; 132,24; 132,37; 132,45; 133,05; 135,28; 136,19; 138,07; 140,18; 140,59; 141,06; 149,01; 153,35; 165,18; 198,86.

1-(4-Бензоилбензил)-5-(фениламино)урацил (3) получают аналогично из 4-бензоилтолуола. Золотистое пластинчатое кристаллическое вещество, выход 51%, т. пл. 196,5–198,5 °С.

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 5,03 с (2H, CH₂); 6,66–7,76 м (14 H, арил, NH); 7,74 с (1H, H⁶); 11,59 с (1H, NH).

Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 53,53; 118,03; 120,43; 121,67; 130,81; 131,94; 132,23; 132,95; 133,41; 136,05; 137,58; 139,67; 140,40; 145,29; 148,90; 153,32; 165,17; 198,73.

1-(3-Бензоилбензил)-3-бензил-5-(фениламино)урацил (4). Смесь 1,0 г (2,52 ммоль) *1-(3-бензоилбензил)-5-(фениламино)урацила (2)* и 1,0 г (7,24 ммоль) тонко измельченного безводного карбоната калия в 25 мл безводного диметилформамида перемешивают при температуре 80–85 °С в течение 30 мин, добавляют 0,35 мл (3,04 ммоль) бензилхлорида и перемешивают при той же температуре в течение 2 ч. Охлаждают, фильтруют, фильтрат упаривают в вакууме, остаток растирают с 10 мл воды, выдерживают при температуре 0–5 °С в течение суток, образовавшийся осадок отфильтровывают, промывают водой, сушат на воздухе, кристаллизуют из метилового спирта и получают 0,85 г лимонно-желтого кристаллического вещества, выход 69%, т. пл. 122–124,5 °С.

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 5,04 с (2H, CH₂); 5,08 с (2H, CH₂); 6,65–7,76 м (20H, арил, NH); 7,94 с (1H, H⁶).

Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 47,59; 54,67; 117,90; 119,63; 121,69; 130,57; 130,85; 131,71; 131,96; 131,98; 132,28; 132,39; 132,47; 133,04; 135,30; 136,22; 137,22;

140,14; 140,39; 140,62; 140,82; 148,96; 153,47; 163,24; 198,83.

1-(4-Бензоилбензил)-3-бензил-5-(фениламино)урацил (5) получают аналогично из *1-(4-бензоилбензил)-5-(фениламино)урацила (3)*. Светло-желтое кристаллическое вещество, выход 74%, т. пл. 135–137,5 °С.

Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 5,07 с (2H, CH₂); 5,11 с (2H, CH₂); 6,68–7,76 м (20H, арил, NH); 7,88 с (1H, H⁶).

Спектр ЯМР ^{13}C , δ , м. д.: 47,67; 54,81; 118,15; 119,89; 121,84; 130,58; 130,83; 130,99; 131,71; 131,94; 132,28; 132,95; 133,41; 136,07; 136,62; 139,73; 140,38; 140,42; 145,05; 148,82; 153,48; 164,27; 198,71.

Противовирусная активность новых соединений 2–5 *in vitro* была изучена в Рега институте медицинских исследований (Католический университет, Лёвен, Бельгия). Обнаружено, что *1-(3-бензоилбензил)-5-(фениламино)урацил (2)* проявляет умеренную активность в клеточной культуре HEL в отношении различных герпесвирусов: цитомегаловируса человека (герпесвирус человека типа 5) и вируса ветряной оспы / опоясывающего лишая (варицелла-зостер вирус, герпесвирус человека типа 3) при невысокой цитотоксичности. Интересно отметить, что активность этого соединения в отношении штамма вируса варицелла-зостер, не кодирующего тимидинкиназу (ТК- VZV, штамм 07-1), была значительно выше, чем в отношении вируса, кодирующего этот фермент (ТК⁺ VZV, штамм ОКА), в то время как для других противогерпетических агентов, в частности ацикловира, обычно наблюдается обратная закономерность. Это позволяет сделать предположение о том, что соединение 2 является нунулеозидным ингибитором репликации вируса варицелла-зостер. Остальные соединения 3–5 не продемонстрировали заметной противовирусной активности в отношении указанных герпесвирусов (таблица).

Ни одно из новых соединений 2–5 не проявило активности *in vitro* в отношении других ДНК- и РНК-содержащих вирусов: вируса герпеса простого типа 1 и типа 2, вируса оспы, аденовируса, коронавируса, вируса везикулярного стоматита, Коксаки вируса, респираторно-синцитиального вируса, вируса парагриппа, реовируса, вирусов Синдбис, Пунта Торо и желтой лихорадки, вирусов гриппа А/Н1N1, А/Н3N2 и В. Очевидно, что наличие, спектр и уровень противовирусного действия соединений этого ряда в значительной степени определяется характером замещения в бензильном фрагменте при атоме азота N¹ пиримидиновой системы, тогда как введение второго бензильного заместителя к атому азота N³ приводит к потере противовирусной активности.

Противовирусная активность синтезированных соединений *in vitro*

Соединение	Противовирусная активность, ИК ₅₀ , мкг/мл ^а				Цитотоксичность, ЦК ₅₀ , мкг/мл ^б
	Цитомегаловирус		Варицелла-зостер вирус		
	Штамм AD-169	Штамм Davis	Штамм ОКА	Штамм 07-1	
2	1,64	1,64	11,14	1,92	91,72
3	> 20	> 4	> 20	5,52	> 100
4	> 100	> 20	> 100	> 100	> 100
5	> 100	> 20	> 100	> 100	> 100
Ганцикловир	0,58	0,16	–	–	> 100
Ацикловир	–	–	0,16	1,59	> 100

Примечание. ^аИК₅₀ (ингибирующая концентрация) – концентрация вещества, обеспечивающая подавление репликации вируса на 50%; ^бЦК₅₀ (цитотоксическая концентрация) – концентрация вещества, при которой наблюдается подавление роста 50% клеток.

Таким образом, нами получен ряд новых производных 5-(фениламино)урацила, содержащих бензофеноновые фрагменты в положении N¹ пиримидиновой системы. Целесообразен дальнейший поиск высокоселективных ингибиторов вирусной репродукции для лечения заболеваний, вызываемых цитомегаловирусом человека и вирусом ветряной оспы / опоясывающего лишая на основе соединений этого ряда.

Авторы выражают глубокую благодарность проф. R. Snoek и проф. G. Andrei (Rega Institute for Medical Research, Leuven, Belgium) за широкий противовирусный скрининг полученных соединений.

Список литературы

1. Tanaka H., Takashima H., Ubasawa M., Sekiya K., Inoue N., Baba M., Shigeta S., Walker R.T., De Clercq E., Miyasaka T. Synthesis and antiviral activity of 6-benzyl analogs of 1-[(2-hydroxyethoxy)methyl]-5-(phenylthio)thymine (HEPT) as potent and selective anti-HIV-1 agents // J. Med. Chem. – 1995. – Vol. – No. 15. – P. 2860–2865.

2. Engel D., Nudelman A., Tarasenko N., Levovich I., Markovsky I., Sochotnikov S., Tarasenko I., Rephaeli A. Novel prodrugs of tegafur that display improved anticancer activity and antiangiogenic properties // J. Med. Chem. – 2008. – Vol. 51. – No. 2. – P. 314–323.

3. Kawatkar S.P., Keating T.A., Olivier N.B., Breen J.N., Green O.M., Guler S.Y., Hentemann M.F., Loch J.T., McKenzie A.R., Newman J.V., Otterson L.G., Martínez-Botella G. Antibacterial inhibitors of Gram-positive thymidylate kinase: structure-activity relationships and chiral preference of a new hydrophobic binding region // J. Med. Chem. – 2014. – Vol. 57. – No. 11. – P. 4584–4597.

4. Novikov M.S., Buckheit R.W., Temburnikar K., Khandzhinskaya A.L., Ivanov A.V., Seley-Radtke K.L. 1-Benzyl derivatives of 5-(arylamino)uracils as anti-HIV-1 and anti-EBV agents // Bioorg. Med. Chem. – 2010. – Vol. 18. – No. 23. – P. 8310–8314.

5. Novikov M.S., Ivanova O.N., Ivanov A.V., Valuev-Eliston V.T., Temburnikar K., Ozerov A.A., Gurskaya G.V., Kochetkov S.N., Pannecouque C., Balzarini J., Seley-Radtke K.L. 1-[2-(2-Benzoyl- and 2-benzylphenoxy)ethyl]uracils as potent anti-HIV-1 agents // Bioorg. Med. Chem. – 2011. – Vol. 19. – No. 19. – P. 5794–5902.

6. Новиков М.С., Озеров А.А. Синтез 5-(ариламино)-1-бензилурацилов // Хим. гетероцикл. соед. – 2005. – № 6. – С. 887–892.

УДК 615.241:615.076.9

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
НОВОГО ИММОБИЛИЗОВАННОГО СИНБИОТИКА
«LB-КОМПЛЕКС Л» НА ЖИВОТНЫХ**

**¹Белова И.В., ¹Точилина А.Г., ¹Соловьева И.В., ²Жиленкова О.Г., ²Мелихова А.В.,
¹Беляева Е.В., ¹Ермолина Г.Б., ¹Борискина Е.В., ¹Жирнов В.А., ¹Иванова Т.П.**

¹*ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора,
Нижний Новгород, e-mail: lab-lb@yandex.ru;*

²*ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора,
Москва, e-mail: o.g.zhilenkova@yandex.ru*

В статье представлены результаты доклинической апробации жидкого иммобилизованного синбиотика в виде БАД к пище «LB-комплекс Л». Основой пробиотика является гидролизат казеина с пребиотической составляющей – фруктоолигосахаридом раффинозой, консорциум штаммов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, иммобилизованный на минеральном сорбенте – цеолите. Свойства отдельных компонентов комплексного пробиотика (сорбента, штаммов-продуцентов, питательной основы, пребиотической составляющей) могут отличаться от свойств композиции в целом. Поэтому безопасность синбиотика «LB-комплекс Л» должна быть установлена в процессе доклинических испытаний на лабораторных животных. При изучении острой и хронической токсичности, безвредности, вирулентности, токсигенности и местно-раздражающего действия в соответствии с требованиями МУК 4.2.2602-10 в течение 30 дней было проведено 7 серий экспериментов. В качестве экспериментальной модели были выбраны мелкие лабораторные животные (мыши, морские свинки, кролики). В результате установлено, что сорбированный синбиотик «LB-комплекс Л» не обладает вирулентностью при пероральном введении в дозе $3,78 \times 10^7$ КОЕ на 1 г веса животного, не обладает токсигенностью, не оказывает острого или хронического токсического действия, хорошо переносится и полностью безвреден при пероральном применении, а также не вызывает местно-раздражающего действия. Таким образом, «LB-комплекс Л» был рекомендован для использования в качестве биологически активной добавки к пище – источника пробиотических микроорганизмов (бифидобактерий и лактобацилл) и цеолитов (энтеросорбента), повышающих неспецифическую резистентность организма, оказывающих детоксицирующее действие.

Ключевые слова: иммобилизованный пробиотик, цеолит, штаммы-продуценты, доклиническая апробация

**THE RESULTS OF «LB-COMPLEX L» IMMOBILIZED SYNBIOTIC
SAFETY STUDY IN ANIMALS**

**¹Belova I.V., ¹Tochilina A.G., ¹Soloveva I.V., ²Zhilenkova O.G., ²Melikhova A.V.,
¹Belyaeva E.V., ¹Ermolina G.B., ¹Boriskina E.V., ¹Zhirnov V.A., ¹Ivanova T.P.**

¹*Blokhina Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology,
Nizhny Novgorod, e-mail: lab-lb@yandex.ru;*

²*G.N. Gabrichevskiy Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Federal Service for
the Oversight of Consumer Protection and Welfare, Moscow, e-mail: o.g.zhilenkova@yandex.ru*

The article lists the results of preclinical approbation of liquid immobilized synbiotic presented in the form of «LB-complex L» dietary supplement to food. The probiotic is based on casein hydrolyzate with a prebiotic component – fructooligosaccharide raffinose, a consortium of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains, immobilized on a mineral sorbent – zeolite. The properties of individual components of this complex probiotic (sorbent, producer strains, nutrient basis, prebiotic component) may differ from properties of the composition as a whole. Therefore, it is essential to establish safety of «LB-complex L» synbiotic in the process of preclinical testing in laboratory animals. In the study of acute and chronic toxicity, harmlessness, virulence, toxigenicity and local irritant effect, performed according to MUK 4.2.2602-10 requirements, 7 series of experiments were carried out within 30 days. As an experimental model, small laboratory animals (mice, guinea pigs, rabbits) were selected. As a result, it has been established that «LB-complex L» sorbed synbiotic doesn't have any virulence when administered orally at a dose of 3.78×10^7 CFU per 1g of animal weight; nor does it have any toxigenicity, acute or chronic toxic effects; it is well tolerated and completely harmless when administered orally and it does not cause any local irritant effects as well. Thus, the «LB-complex L» was recommended for use as a biologically active food additive – a source of probiotic microorganisms (bifidobacteria and lactobacilli) and zeolites (enterosorbent), which increase nonspecific resistance of the organism and produce a detoxifying effect.

Keywords: immobilized probiotic, zeolite, producer strains, preclinical approbation

В настоящее время пробиотики являются неотъемлемым компонентом лечения и профилактики широкого спектра нозологических форм заболеваний и могут использоваться как в качестве дополнительного лечебного

средства, так и в качестве пробиотической составляющей диеты. В связи с этим вопрос разработки и внедрения в клиническую практику современных пробиотиков в виде БАД к пище не теряет своей актуальности.

«LB-комплекс Л» представляет собой жидкий сорбированный синбиотик IV поколения, в качестве стартерных культур которого использованы штаммы *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, иммобилизованные на матрице-носителе – цеолите. Композиция штаммов подобрана с учетом их пробиотического потенциала и биологических свойств: антагонистической активности, устойчивости к низкой pH желудочного сока и действию желчных кислот, адгезивных свойств, антибиотикорезистентности нетрансмиссивного типа и биосовместимости [1].

Цеолит, использованный в качестве сорбента-носителя, разрешен для использования в медицинской практике (№ KZ 16.01.76.003.E.004706.08.15) [2]. Питательная основа, содержащая гидролизат пищевого казеина и пребиотическую составляющую – фруктоолигосахарид раффинозу, не обладает иммуногенностью, что обеспечивает хорошую переносимость пробиотика [3–5].

Тем не менее, клинические испытания и дальнейшее применение нового пробиотика в форме БАД к пище невозможны без этапа доклинической апробации, в процессе которой должна быть установлена его безопасность. Это связано с тем, что свойства многокомпонентных мультиштаммовых пробиотиков могут отличаться от свойств отдельных составляющих – сорбента, штаммов-продуцентов и питательной основы.

Согласно общей фармакопейной статье «Безопасность пробиотиков в тестах *in vivo*» для определения безопасности испытуемого препарата используют биологические методы *in vivo*, которыми определяют следующие показатели: безвредность, вирулентность, токсичность, токсигенность [6]. МУК 4.2.2602-10 также регламентирует проведение тестов на острую и хроническую токсичность и местно-раздражающие свойства пробиотика [7].

Материалы и методы исследования

Установление безопасности пробиотической БАД к пище «LB-комплекс Л» включало в себя изучение безвредности, вирулентности, токсигенности, токсичности, в том числе острой и хронической, и местно-раздражающего действия. Определение безвредности, вирулентности, токсигенности, острой и хронической токсичности проводили согласно МУК 4.2.2602-10 «Система предрегистрационного доклинического изучения безопасности препаратов. Отбор, проверка и хранение производственных штаммов, используемых при производстве пробиотиков», местно-раздражающее действие оценивали согласно ГОСТ 1.12.007-76 [7, 8].

Экспериментальной моделью для изучения безопасности БАД к пище служили мелкие лабораторные животные – белые мыши SH-линии обоего пола, массой тела 10,0–14,0 г; морские свинки массой тела 250,0–400,0 г; кролики породы шиншилла массой тела 2,5–3,5 кг. Группы животных формировались по массе тела и возрасту. Животные содержались в виварии на стандартном рационе, который содержал все необходимые для нормальной жизнедеятельности животных компоненты согласно ИСО 10992 от 02.12.2009 г. Всего было сформировано 13 групп состоящих из 95 мышей, 6 морских свинок и 3 кроликов породы шиншилла, 10 экспериментальных и 3 контрольные группы. Было проведено 7 серий экспериментов.

На начальном этапе работы было определено количество живых микроорганизмов-продуцентов в готовой форме БАД и титруемой кислотности по Тернеру (МУК 4.2.577-96, МУК 4.2.2602-10) [7, 9].

Для определения безвредности и «острой токсичности» были сформированы опытные группы 10 и 11 по 5-ти животных в каждой. Отбирали клинически здоровых белых мышей, средний вес животных составлял $15,0 \pm 5$ г. Взвесь биологически активной добавки в концентрации 10^8 – 10^9 КОЕ/мл в объеме 0,5 мл вводили каждой мыши перорально при помощи зонда. За 2 часа до манипуляций у животных убирались корм и вода, кормление возобновлялось через 2 часа после проведения процедуры. В качестве контроля контрольной группе перорально вводили физиологический раствор (С080812 годен до 09.2017 г.). Наблюдение за мышами осуществлялось в течение 7 суток. Во время опыта ежедневно фиксировались вес и состояние животных.

Для определения вирулентности были сформированы 3 группы по 10 мышей в каждой: 2 опытные и 1 контрольная группа (масса тела мышей 10–14 г). Биологически активную добавку вводили животным перорально в концентрации 10^9 КОЕ/мл (первая опытная группа) и 10^8 КОЕ/мл (вторая опытная группа) в объеме 0,5 мл. Контрольной группе был введен перорально физиологический раствор (С080812 годен до 09.2017) по 0,5 мл. Наблюдение за животными осуществлялось в течение 14 суток, ежедневно в протоколе отмечалось количество павших и выживших животных.

Для определения токсигенности была сформирована опытная группа из 10-ти клинически здоровых белых мышей, средний вес которых составлял $13,1 \pm 1$ г.

Для накопления возможных токсических продуктов проводили культивирование 20% посева пробиотика (10 мл продукта в 200 мл стерильной бифидум-среде) в течение 10 дней в термостате при $37,5 \pm 1$ °C, при этом кислотность увеличилась до 100 ° T, а количество жизнеспособных колониеобразующих единиц снизилось до 3×10^6 КОЕ/мл. Далее центрифугировали полученную культуру при 5000 об/мин в течение 20 минут при температуре 4 ± 2 °C. Надосадочную часть образцов фильтровали через апиногенные фильтры Minisart® (Sartorius Stedium Biotech) с диаметром пор $0,20$ µm для удаления остатков бактериальной массы. Далее, каждому животному вводили 0,5 мл фильтрата (в котором должно было содержаться $1,5 \times 10^6$ КОЕ) внутривентриально, время наблюдения составляло 14 суток. Ежедневно фиксировали состояние животных, активность, окраску слизистых оболочек, массу тела, характер стула. Контрольной группе был введен физиологический раствор (С080812 годен до 09.2017) внутривентриально по 0,5 мл.

Для определения токсичности была сформирована опытная группа из 10-ти клинически здоровых белых мышей, средний вес животных составлял $15,0 \pm 1$ г.

Для инактивации бактерий пробиотик в объеме 75 мл прогревали на водяной бане при температуре 110°C в течение 10 минут. После охлаждения до комнатной температуры продукт центрифугировали при 5000 об/мин в течение 20 минут при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$, надосадочную жидкость собирали в стерильную центрифужную пробирку. Отсутствие роста в надосадке подтверждали путем высева на полужидкую питательную бифидум-среду с последующей инкубацией при 37°C в течение трех суток.

Прогретый препарат в нативном виде вводили внутривентриально животным в объеме 0,5 мл. Каждому животному опытной группы было введено 10^9 КОЕ/мл. Наблюдение за животными осуществляли 14 дней. Ежедневно фиксировали состояние животных, состояние шерсти, активность, окраску слизистых оболочек, массу тела, характер стула. Контрольной группе был введен физиологический раствор (С080812 годен до 09.2017) внутривентриально по 0,5 мл. Следует отметить, что контрольная группа была сформирована из 10-ти мышей и являлась контролем одновременно в экспериментах по определению вирулентности, токсигенности, токсичности, так как они проводились параллельно в один отрезок времени.

Для определения хронической токсичности сформировали опытную группу из 20 животных, которые получали брикетированный корм производства ООО «Лабораторкорм», предназначенный для лабораторных животных, и воду. Пробиотик вводили перорально 1 раз в сутки в течение 30 дней в дозе, эквивалентной рекомендуемой суточной дозе в качестве биологически активной добавки к пище для человека (для мышей весом 14 г – $0,5 \times 10^7$ КОЕ). Животным контрольной группы вводили перорально физиологический раствор (С080812 годен до 09.2017 г).

Наблюдения за животными проводили в течение периода введения препарата – 30 дней и последующие 7 суток. Ежедневно фиксировали состояние животных, состояние шерсти, активность, окраску слизистых оболочек, массу тела, характер стула.

После окончания опыта проводили забой животных хлороформным наркозом, осуществляли вскрытие и осмотр и взвешивание внутренних органов,

определяли «коэффициент массы внутренних органов» делением массы органа в миллиграммах на массу тела в граммах. Согласно ГОСТ Р 50855-96 в случае получения достоверной разницы между опытной и контрольной группами по двум из исследуемых показателей – добавка признается токсичной.

Местно-раздражающее действие оценивали на кроликах (3 особи) при многократных аппликациях, наносимых окклюзивно в течение 14 дней на предварительно выстриженных участках кожи размером 8×9 см согласно ГОСТ 1.12.007-76, время экспозиции – 2 часа 1 раз в сутки. При этом на левый бок животного (контрольный) наносили аналог потовой жидкости в количестве 10 мл, на правый бок – исследуемую БАД в объеме 10 мл. Воздействие оценивали по наличию эритемы, температуры тела, толщине кожной складки, сыпи и других признаков. Степень выраженности раздражающего действия оценивали по балльной шкале С.В. Суворовой.

Результаты исследования и их обсуждение

При микробиологическом исследовании БАД к пище «ЛВ-комплекс Л» постоянной микрофлоры, грибов и плесени не обнаружено. Установлено, что концентрация микроорганизмов родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* соответствует заявленному в документации и составляет не менее 5×10^8 КОЕ/мл, кислотность продукта – 60°T . После осаждения носителя в надосадочной жидкости остается 4×10^7 КОЕ/мл.

В ходе исследования безвредности, токсигенности, токсичности и острой токсичности выявлено, что на протяжении всего опыта у животных опытной и контрольной групп отсутствовали признаки нарушения здоровья и потери массы тела к концу срока наблюдения, что подтверждает, что БАД безвредна для белых мышей SHK-линии обоего пола, при введении дозы, эквивалентной дозе, получаемой человеком, то есть «ЛВ-комплекс Л» не обладает токсичностью и не является токсигенным.



А



В

Результаты вскрытия мышей опытной (А) и контрольной (В) групп

Таблица 1

Определение хронической токсичности БАД к пище «ЛВ-комплекс Л» по «коэффициентам массы внутренних органов»

№ п/п	Масса тела мыши, г	Масса печени животного, г	Коэф. печени	Масса селезенки животного, г	Коэф. селезенки
Опытная группа					
1	26,65	1,6261	61,02	0,1897	7,12
2	24,25	2,0068	82,75	0,2865	11,87
3	23,14	1,7252	74,33	0,2435	6,00
4	28,38	1,9862	69,98	0,1110	3,91
5	28,90	2,1858	75,63	0,1982	6,85
Ср.	26,26 ± 2,7	–	72,74 ± 11,7	–	7,15 ± 4,7
Контрольная группа					
1	20,85	1,5251	73,14	0,3002	1,43
2	24,35	1,5753	64,69	0,1921	7,88
3	23,43	1,3921	59,41	0,1992	8,50
4	21,79	1,3134	60,27	0,2751	12,62
5	24,25	1,7491	72,12	0,2019	8,32
Ср.	–	–	65,34 ± 5,6	–	9,43 ± 3,8

Таблица 2

Показатели функционального состояния кожи кроликов после многократных аппликаций биологически активной добавки к пище «ЛВ-комплекс Л»

Показатели, ед. измерения	Контрольная площадь поверхности тела	Опытная площадь поверхности тела
Эритема, баллы	0	0
Толщина кожной складки, мм	2,05 ± 0,06	2,06 ± 0,04
Температура кожи, °С	36,3 ± 0,8	36,1 ± 0,2
pH кожи	6,0 ± 0,2	6,0 ± 0,2

Примечание. $P > 0,05$.

В результате исследования вирулентности установлено, что как в 1-й группе, получившей дозу $3,78 \times 10^7$ КОЕ на 1 г веса мыши, так и во второй группе, где доза бифидобактерий и лактобацилл составляла $3,57 \times 10^6$ КОЕ на 1 г веса животного, и в контрольной группе по истечении 14 суток не пало ни одно животное. Это означает, штаммы-продуценты, входящие в состав БАД к пище «ЛВ-комплекс Л», не являются вирулентными для белых мышей SHK-линии обоего пола в дозе, эквивалентной рекомендуемой для человека.

В ходе проведения эксперимента на выявление хронической токсичности были получены сходные результаты: у всех животных, взятых в исследование, контролируемые показатели (состояние шерсти, активность, окраска слизистых, характер стула) в течение всего времени проведения опыта оставались без изменений, все животные были здоровы и прибавляли в весе. При вскрытии визуальных изменений вну-

тренних органов, в том числе лимфоузлов, обнаружено не было (рисунок).

Достоверных различий «коэффициентов массы внутренних органов» в опытной и контрольной группах не наблюдалось (табл. 1).

Следовательно, биологически активная добавка к пище «ЛВ-комплекс Л» при пероральном введении не обладает хронической токсичностью для белых мышей SHK-линии обоего пола в дозе (для мышей массой 14 г – $0,5 \times 10^7$ КОЕ), эквивалентной предлагаемой для человека.

При изучении местно-раздражающего действия БАД к пище на всем протяжении эксперимента визуальных изменений функционального состояния кожи у животных не происходило (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что у животных не было выявлено признаков местно-раздражающего действия при воздействии биологически активной добавки к пище «ЛВ-комплекс Л» на кожные покровы. Толщина кожной складки, температура кожи и водо-

родный показатель кожных покровов (рН) на опытной и контрольной кожных поверхностях кроликов не отличались между собой. Отсутствовали также эритема, отек, сухость, сыпь и другие признаки местной реакции кожи.

Заключение

В ходе проведенной работы подтверждена хорошая переносимость и полная безвредность биологической активной добавки к пище «LB-комплекс Л» для организма животных. Показано, что препарат не обладает токсигенностью, токсичностью, не вызывает хроническую и острую токсичность при пероральном введении. Не обладает вирулентностью при пероральном введении в дозе $3,78 \times 10^7$ КОЕ на 1 г массы животного, не оказывает местно-раздражающего действия.

Список литературы

1. Соловьева И.В., Точилина А.Г., Белова И.В., Ефимов Е.И., Новикова Н.А., Иванова Т.П. Конструирование иммобилизованной формы жидкого пробиотика // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 2, ч. 3. – С. 85–93.
2. Белова И.В., Точилина А.Г., Соловьева И.В., Новикова Н.А., Ефимов Е.И., Иванова Т.П., Жирнов В.А. Использование цеолитов в составе иммобилизованных мультипробиотиков // Медицинский альманах. – 2014. – № 2 (32). – С. 74–77.
3. Боровик Т.Э., Макарова С.Г., Дарчия С.Н. и др. Роль смесей – гидролизатов белка в профилактике и диетотерапии пищевой аллергии у детей раннего возраста // Вопросы современной педиатрии. – 2010. – Т. 9, № 1. – С. 150–156.
4. Макарова С.Г., Боровик Т.Э., Шихов С.Н. и др. Использование продуктов на основе гидролизата молочного белка при пищевой аллергии у детей раннего возраста // Лечащий врач. – 2008. – № 1. – С. 23–29.
5. Пат. 2441907 Российская Федерация, МПК C12N 1/20, A61K 35/74, A23C 9/127. Способ приготовления лечебно-профилактического препарата из живых штаммов микроорганизмов лакто- и бифидобактерий «LB-комплекс Л» / Соловьева И.В., Белова И.В., Точилина А.Г., Ефимов Е.И., и др. – № 2010132024/10; заявл. 29.07.2010, опубл. 10.02.2012, Бюл. № 4. С. 2.
6. Осипова И.Г., Евлашкина В.Ф., Давыдов Д.С., Саканян Е.И. Общие фармакопейные статьи на препараты пробиотики для государственной фармакопеи РФ XIII издания – первый опыт в мировой фармакопейной практике // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6. – С. 272–276.
7. Методические указания по контролю биологических и микробиологических факторов. Система предрегистрационного доклинического изучения безопасности препаратов. Отбор, проверка и хранение производственных штаммов, используемых при производстве пробиотиков: методические указания № 4.2.2602-10. – М.: Роспотребнадзор, 2011. – 80 с.
8. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2007. – 7 с.
9. Методические указания по контролю биологических и микробиологических факторов. Методы микробиологического контроля продуктов детского, лечебного питания и их компонентов: методические указания № 4.2.577-96. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 56 с.

УДК 616.716-06

НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ПОЗДНИХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ У ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВЫХ БОЛЬНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОСТНЫХ ВАСКУЛЯРИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ

Вавилов В.Н., Калакуцкий Н.В., Петропавловская О.Ю., Садиллина С.В.

ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург,

e-mail: nauka@spb-gmu.ru

За 12 лет в клинике стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России прооперировано 162 больных в возрасте от 17 до 73 лет (средний возраст – 45 лет, мужчин – 51,26%, женщин – 48,74%). Доброкачественные новообразования имелись у 68 пациентов, прочего генеза – у 10 человек, у 5 пациентов проводили реконструкцию верхней челюсти. Комплексную противоопухолевую терапию получали 35,19% больных. Первичная костная пластика выполнена у 87 больных, вторичная у 75 пациентов. Больные (n = 162) разделены на две группы: 1) костная пластика выполнялась с применением реvascularизированных трансплантатов (104 человека): малоберцовый (35), латеральный край лопатки (55), реберный трансплантат, лучевой (2); 2) использовали костные трансплантаты, перемещаемые на сосудистой ножке в составе мягкоткано-костных лоскутов (58 человек): торакодорсальный лоскут (ТДЛ) с включением фрагмента X или XI ребра в его составе (46), префабрицированный реберный трансплантат в составе ТДЛ (12). Поздние потери костных васкуляризированных трансплантатов имели место у больных (n = 162 чел.) при выполнении вторичной пластики (9 чел./ 12,16%); оперированных по поводу злокачественных опухолей (2 чел./ 8,34%); при использовании лопаточного лоскута (5 чел./ 9,40%). В второй группе больных (n = 58 чел.) поздние осложнения возникли при перемещении ТДЛ с ребром (n = 46) у 5 человек (8,62% в общей группе), при перемещении префабрицированного в составе ТДЛ ребра (n = 12) осложнений не было.

Ключевые слова: васкуляризированные трансплантаты, мягкоткано-костные лоскуты, костная пластика, нижняя челюсть, тромбоз, префабрикация, осложнения, гематома, некроз, злокачественные опухоли, доброкачественные новообразования, латеральный край лопатки, торакодорсальный лоскут, малоберцовый трансплантат, реберный трансплантат, лучевой лоскут

SOME FACTORS OF LATE COMPLICATIONS IN RECONSTRUCTIVE INTERVENTIONS IN MANDIBULAR PATIENTS USING BONE VASCULARIZED GRAFTS

Vavilov V.N., Kalakutskiy N.V., Petropavlovskaya O.Yu., Sadilina S.V.

The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Academician I.P. Pavlov

St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Health of Russia,

St. Petersburg, e-mail: nauka@spb-gmu.ru

For 12 years, in the Dental and Maxillofacial Surgery clinic of the FSBEI HE I.P. Pavlov SPbSMU MOH Russia, 162 patients of 17 to 73 years old (the mean age 45 old, men 51.26%, women 48.74%) were operated. Benign neoplasm was in 68, of other genesis – in 10, 5 had reconstruction of the maxillary bone. 35.19% received the antineoplastic therapy. Primary bone grafting was performed in 87, the secondary – 75. Patients (n = 162) divided into two groups: 1) revascularized grafts (104): the fibular bone (35), the scapular flap (55), the costal graft (12), the radial graft (2); 2) vascularized bone grafts consisting of soft tissue and bone flaps (58): the thoracodorsal flap with the fragment of the X or XI rib included (46), the prefabricated costal graft included in the thoracodorsal flap (12). Late loss of bone vascularized grafts occurred in patients (n = 162) during secondary grafting (9/12.16%) surgically operated for malignant tumours (2/8.34%) using the scapular flap (5/9.40%). In Group 2 (n = 58) – when moving the thoracodorsal flap with the rib (n = 46) in 5 (8.62%), when moving the prefabricated rib included in the thoracodorsal flap (n = 12) there were no complications.

Keywords: vascularized grafts, soft tissue and bone flaps, bone grafting, the mandibular bone, thrombosis, pre-fabrication, complications, hematoma, necrosis, malignant tumours, benign neoplasms, the lateral edge of the shoulder, the thoracodorsal flap, the fibular graft, the costal graft, the radial flap

По данным различных авторов [1; 2], у челюстно-лицевых больных частота потерь костных трансплантатов после пересадки с микрохирургической техникой вследствие тромбозов сосудистой ножки лоскута колеблется в большом диапазоне – от 3% до 39,5% (уровень доказательности III, IV (C, D) [3–5]. Неоспоримо, что при выполнении отсроченных реконструктивных

операций существует целый ряд проблем. Наиболее значимыми из них являются следующие:

- 1) отсутствие реципиентных сосудов после выполненной ранее лимфаденэктомии на шее,
- 2) наличие рубцовых изменений мягких тканей [6],
- 3) развитие анкилоза ВНЧС, контрактуры,

4) смещение краев фрагментов резецированной нижней челюсти,

5) особенности реципиентной раны, которая представляет собой, по сути, зону «хронической инфекции» [7–9].

Перечисленными факторами объясняется во многом развитие послеоперационных осложнений [10]. При этом выделяют три основные группы осложнений [11]: 1 – ближайшие, которые возникают в ходе выполнения оперативного вмешательства и в первые два часа послеоперационного периода; 2 – ранние, развивающиеся в первые 3 суток после выполнения хирургического вмешательства; 3 – поздние, диагностируемые на 4–15-е сутки после операции. Такое позднее осложнение, как нагноение послеоперационных ран, является зачастую следствием многократных повторных хирургических вмешательств, в том числе и на фоне длительной контаминации тканей реципиентного ложа условнопатогенной микрофлорой полости рта [12]. При этом осложнения могут развиваться даже несмотря на применение антибиотиков широкого спектра действия. Известно, что особую роль при этом играют микроорганизмы из серии ESCAPE-патогенов. Их носителями могут быть как сами больные, проходившие ранее лечение за предшествующие 6 месяцев в других стационарах, или данные микроорганизмы могут контаминировать рану в послеоперационном периоде. В этой связи очень важным представляется соблюдение протоколов назначения целенаправленной антибиотикотерапии и использование местно антисептических препаратов с учетом чувствительности возбудителей. Кроме того, известно, что одним из условий профилактики развития поздних осложнений является предупреждение натяжения мягких тканей на «пике» развития послеоперационного отека, что предупреждает возникновение натяжения и сдавления сосудов трансплантата [13; 14], а следовательно, и развитие венозного тромбоза [15]. Немаловажным для создания оптимальных условий заживления послеоперационной раны в реципиентной зоне является качество перекрытия костного трансплантата и «стыков» трансплантата с культями нижней челюсти мышечной тканью (что не во всех случаях выполнимо).

Бесспорно, что не только местные причины влияют на развитие осложнений. Большое значение имеет влияние факторов, связанных с наличием у больного общесоматической патологии (особенно сердечно-сосудистой и эндокринной систем), снижение трофологического статуса, что опосредованно влияет на систему гемоста-

за, репаративные возможности местных тканей.

Целью проведенной работы явился анализ факторов, приводящих к поздним потерям костных васкуляризированных трансплантатов у больных, прооперированных по поводу опухолей и дефектов челюстно-лицевой области.

Материалы и методы исследования

За последние 12 лет в клинике стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России прооперировано 162 больных в возрасте от 17 до 73 лет (средний возраст составил 45 лет), из них мужчин 51,26%, женщин – 48,74%. Больных с дефектами нижней челюсти, образовавшимися при проведении комбинированного лечения злокачественных опухолей, было 79 человек. Причем у 57 пациентов из них проводился предоперационный курс противоопухолевого лечения (лучевого и/или химиотерапии). Дефекты нижней челюсти после резекции по поводу доброкачественного новообразования имелись у 68 пациентов, изъяны прочего генеза – у 10 человек. У 5 пациентов проводили реконструкцию верхней челюсти по поводу посттравматического дефекта. Обращает на себя внимание высокий процент больных со злокачественным генезом дефектов челюстей (48,77%), которые получали комплексную противоопухолевую терапию (35,19% случаев). Из 162 человек первичная костная пластика васкуляризированными трансплантатами выполнена у 87 больных, вторичная реконструкция у 75 пациентов. По виду использованных трансплантатов все прооперированные больные (n = 162) были разделены на две основные группы.

В первую основную группу вошли больные, которым выполняли костную пластику с применением реваскуляризированных трансплантатов (104 человека). Из них в 35 случаях использовали малоберцовый трансплантат (МБК), у 55 больных трансплантат из латерального края лопатки (ЛКЛ), у 12 пациентов – реберный трансплантат, у 2 – лучевой.

Вторую основную группу составили больные, у которых для реконструкции челюсти использовали костные трансплантаты, перемещаемые на сосудистой ножке в составе мягкоткано-костных лоскутов (58 человек). Из них у 46 человек использовали торакодорсальный лоскут (ТДЛ) с включением фрагмента X или XI ребра в его составе, у 12 пациентов – префабрицированный реберный трансплантат в составе ТДЛ (префабрицир. ребро в ТДЛ).

Результаты исследования и их обсуждение

При анализе представленных данных обращает на себя внимание, что в первой основной группе больных (применяли реваскуляризированные трансплантаты) в подгруппе пациентов со злокачественным генезом возникновения дефекта челюсти чаще других использовали МБК-трансплантат (в 42,86% случаев). Во второй основной группе больных (использовали ТДЛ с включением фрагмента X или XI ребра в его составе) в 86,96% случаев имел место злока-

чественный генез возникновения дефекта челюсти. Пациенты данной подгруппы получали по поводу основной патологии предоперационный курс комплексной противоопухолевой терапии. В второй подгруппе больных второй основной группы (перемещение префабрицированного фрагмента X или XI ребра в составе торакодорсального лоскута – префабр. ребро в ТДЛ) этот показатель был ещё более высоким – 91,67%. Однако при этом развитие осложнений, приведших к потере трансплантата в раннем послеоперационном периоде, отмечено только у 4 человек (2,5% случаев). Возникновение осложнений в позднем послеоперационном периоде имело место у 12 больных (7,41% случаев).

В связи с тем, что перед нами была поставлена задача проведения анализа причин развития поздних осложнений, далее мы поступили следующим образом. Из общего количества больных ($n = 162$) были вычтены 4 случая развития ранних осложнений. Таким образом, в дальнейшем обсуждаемая нами группа больных с поздними потерями костных трансплантатов составила 158 человек. В свою очередь, эта группа больных нами была разделена также на две подгруппы по аналогичному принципу: 1 – больные, которым выполняли костную пластику челюсти с применением реваскуляризованных трансплантатов (100 человек), 2 – больные, у которых использовали для реконструкции костные трансплантаты, перемещаемые на сосудистой ножке в составе мягкоткано-костных лоскутов (58 человек).

В первой подгруппе больных первичная пластика выполнялась у 62 больных, при этом поздние осложнения развились у 3 человек (4,84%). Вторичную пластику проводили 38 больным, из них поздние осложнения имели место у 4 человек (10,53%).

В второй подгруппе больных первичную пластику производили у 22 больных, при этом поздних осложнений не было. Вторичная пластика выполнена у 36 человек, из них поздние осложнения развились у 5 (13,89%).

Развитие ранних осложнений (2,5%) в общей группе больных ($n = 162$ чел.) было связано с тромбозом сосудистой ножки трансплантата на фоне нарастающей гематомы. Ранние потери костных васкуляризованных трансплантатов чаще происходили у больных ($n = 162$ чел.) вследствие: а) технических проблем (интраоперационно), б) особенностей сосудов реципиентной зоны (анатомических, на фоне атеросклероза, постлучевых изменений), в) выраженной, нарастающей в первые сутки гематомы в реципиентной зоне (адекватность гемо-

стаза, контроль коагуляционного звена). Причиной поздних осложнений (7,41%) стало нагноение послеоперационной раны вследствие: а) многократных повторных хирургических вмешательств (в том числе, несмотря на применение антибиотиков широкого спектра действия); б) проведения в предоперационном периоде лучевой и/или химиотерапии. Поздние потери костных васкуляризованных трансплантатов чаще происходили у больных ($n = 162$ чел.): а) при выполнении вторичной пластики (9 чел/12,16%); б) оперированных по поводу злокачественных опухолей (2 чел/8,34%); в) при использовании лопаточного лоскута (5 чел/9,40%). Последний результат оказался для нас несколько неожиданным и труднообъяснимым. Нам представляется, что требуется более подробный и многофакторный анализ причин развития осложнений при использовании лопаточного лоскута. В то же время другие результаты расцениваются нами как логичные и обоснованные. Так, несмотря на то, что при использовании для костной пластики нижней челюсти реваскуляризованного реберного трансплантата могут развиваться осложнения, по нашему мнению, «выходом из положения», а иногда и единственным шансом проведения реконструкции челюсти, является применение разработанной нами методики префабрикации или преламинации фрагмента X или XI ребра в составе ТДЛ. Данные методики целесообразно применять при: а) устранении протяженных дефектов нижней челюсти в области тела с 2-х сторон и подбородочного отдела (LCL по G.V.Boyd, 1991); б) сочетании дефекта нижней челюсти с обширными изъянами окологлазничных мягких тканей и тканей дна рта.

Анализируя полученные данные, мы попытались понять, в каких случаях при выполнении костной пластики нижней челюсти чаще развивались поздние осложнения. С этой целью нами были выбраны несколько критериев оценки, на основе которых все пациенты, у которых имело место развитие осложнений, разделены на подгруппы. В первую очередь провели анализ возникших поздних осложнений в зависимости от причины возникновения (нозологии) дефекта челюсти. Так, в первой группе больных ($n = 100$ чел.) в 24 случаях дефекты нижней челюсти и окологлазничных мягких тканей возникли при лечении больных по поводу злокачественных опухолей, при этом поздние потери лоскута имели место у 2 человек (2%); при резекции челюсти по поводу доброкачественных новообразований у 61 больного поздние потери развились у 5 человек (5%). У 15 пациентов причинами раз-

вития дефекта челюсти были травма, хронический воспалительный процесс (в том числе и на фоне лучевой терапии) и прочие причины. В данной подгруппе больных поздних потерь лоскутов зарегистрировано не было. Во второй группе больных (n = 58 чел.) возникшие поздние осложнения мы проанализировали по нозологии дефекта челюсти аналогичным образом. При этом констатировано, что реконструктивные вмешательства проводили только у больных со злокачественными опухолями. Все осложнения развивались только в первой подгруппе больных – при перемещении ТДЛ с ребром. В то время как во второй подгруппе пациентов (выполнялась префабрикация ребра в составе ТДЛ) осложнений не было. Вторым критерием для анализа возникших поздних осложнений был тип васкуляризованного трансплантата. Так, из 34 больных, которым для пластики нижней челюсти использовали малоберцовый лоскут (МБК), поздние осложнения возникли у 2 человек (5,90%). При применении трансплантата из латерального края лопатки (ЛКЛ) у 53 больных в 5 случаях (9,40%) развились поздние осложнения. В том случае, когда реконструкцию челюсти выполняли с использованием рёберного или лучевого лоскутов (13 человек), осложнения не были зарегистрированы. Аналогичный анализ мы провели и во второй подгруппе больных (n = 58 чел.). Из них первичные реконструкции челюсти были проведены у 22 больных, при этом поздних осложнений не было; вторичные реконструкции выполнены у 36 человек, из них поздние осложнения развились в 5 случаях (13,89%). Из 46 больных, которым для возмещения сквозного изъяна челюсти с окружающими тканями применяли торакодорсальный лоскут с включением фрагмента ребра (ТДЛ с ребром), потеря лоскутов в раннем послеоперационном периоде отмечено не было. Поздние осложнения развились у 5 человек (10,87%). Полученные данные во многом являются неожиданными для нас, требующими дополнительного осмысления и проведения расширенного многофакторного анализа, в том числе анализа не только местных причин развития послеоперационных осложнений. Кроме того, обращает на себя внимание, что проценты развития осложнений различны в зависимости от того, в какой выборке производится анализ (от общего количества больных или только в группе пациентов с поздними осложнениями). Но тем не менее, даже при разных способах проведения анализа, сходным оказался результат в подгруппе больных, у которых применяли для реконструкции

челюсти префабрицированный фрагмент ребра в составе ТДЛ. Нам представляется, что зачастую использование именно этого васкуляризованного лоскута является единственным решением вопроса при устранении протяженных (а зачастую и тотальных) дефектов нижней челюсти в центральном отделе, сочетающихся с обширными изъянами окологлазничных мягких тканей и тканей дна рта. В нашей клинике профессором Н.В. Калакуцким разработаны 2 способа префабрикация фрагмента ребра в составе ТДЛ:

1) «истинная» префабрикация костной составляющей комбинированного мягкоткано-костного лоскута, с моделированием фрагмента ребра по форме утраченного сегмента нижней челюсти и переводением его после этого над мышцами под кожу (на межреберном сосудистом пучке);

2) преламинация ребра «на месте» без перемещения, с сохранением питания из системы торакодорсальных сосудов, с пересечением межреберного сосудистого пучка. Однако следует оговориться, что выполнение функциональной реабилитации данной категории больных крайне затруднительно, а иногда и невозможно. Кроме того, эстетические результаты также далеки от совершенства.

Выводы

В первой группе больных (при перемещении костных ревааскуляризованных лоскутов, n = 100) поздние осложнения возникли:

1) при проведении вторичной пластики нижней челюсти (n = 38) у 4 человек (4%);

2) в группе больных со злокачественными опухолями (n = 24) у 2 человек (2%);

3) в группе больных с доброкачественными опухолями (n = 61) у 5 человек, что составило 8,2% в общей группе (n = 100 чел.).

Во второй группе больных (при перемещении лоскутов с фрагментом ребра на сосудистой ножке, n = 58 чел.) поздние осложнения возникли при перемещении ТДЛ с ребром (n = 46) у 5 человек, что составило 8,62% в общей группе, при перемещении префабрицированного в составе ТДЛ ребра (n = 12) осложнений не было.

Заключение

Развитие ранних осложнений у челюстно-лицевых больных при выполнении реконструктивных вмешательств с использованием костных васкуляризованных трансплантатов может быть связано с тромбозом сосудистой ножки трансплантата на фоне нарастающей гематомы, особенностями сосудов реципиентной зоны различного генеза, постлучевыми

изменениями в тканях воспринимающего костный трансплантат ложа, патологией свертывающей системы крови. Причинами поздних осложнений (чаще всего нагноение послеоперационной раны) являются рубцовые изменения тканей реципиентной зоны после повторных хирургических вмешательств, проведения в предоперационном периоде лучевой и/или химиотерапии. На исход операции влияет правильность закрепления культей нижней челюсти в ортотопическом положении после резекции, обеспечение жесткой фиксации костного трансплантата в реципиентной ране, длительность и степень выраженности контаминации пересаживаемых тканей микрофлорой полости рта. При этом необходимо различными способами снижать патологическое воздействие условнопатогенной микрофлоры полости рта путём местного использования антисептических растворов в периоперационном периоде, использовать современные схемы антибиотикопрофилактики и терапии в соответствии с индивидуальной чувствительностью микрофлоры полости рта. Отдельному обсуждению подлежит вопрос о вариантах максимального перекрытия костной составляющей комбинированного трансплантата мышечной тканью. При этом следует обратить внимание на самую сложную категорию больных с субтотальными дефектами нижней челюсти (в области тела с 2-х сторон и подбородочного отдела), сочетающимися с обширными изъянами околочелюстных мягких тканей и тканей дна рта.

Кроме местных причин при анализе развившихся осложнений большое значение имеет оценка общего состояния больного, характера общесоматической патологии (особенно сердечно-сосудистой и эндокринной). Актуальна для онкологических больных и степень выраженности трофической недостаточности. Оба этих фактора значимо влияют на репаративные возможности местных тканей. Безусловно, что при наличии исходной патологии внутренних органов различного генеза в предоперационном периоде требуется детальное обследование пациентов у врачей-интернистов, а также составления плана периоперационной подготовки и ведения с учетом выявленной патологии.

Отдельного обсуждения требует и составление протокола периоперационного ведения больного, проводимой медикаментозной терапии, направленной на минимизацию рисков развития, с одной стороны, тромбоза сосудистой ножки трансплантата, с другой стороны, формирования обширных гематом в реципиентной зоне.

Однако указанные выше проблемы не являлись предметом нашего изучения и обсуждения в настоящей статье.

Список литературы

1. Дакин А.Ю., Минасов Б.Ш., Валеев М.М., Чистиченко С.А., Бикташева Э.М. Свободная костная пластика васкуляризированным фрагментом малоберцовой кости при лечении больных с обширными сегментарными дефектами костей предплечья // *Гений ортопедии*. – 2013. – № 2. – С. 58–61.
2. Кропотов М.А. Органосохраняющие и реконструктивные операции на нижней челюсти в комбинированном лечении рака слизистой оболочки полости рта: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2004. – 46 с.
3. Кропотов М.А., Соболевский В.А., Бекашев А.Х., Лысов А.А., Диков Ю.Ю. Реконструкция дефектов кожи волосистой части головы и костей свода черепа после удаления опухолей // *Анналы хирургии*. – 2015. – № 1. – С. 21–30.
4. Патент РФ № 2001131992/14, 26.11.2001. Митрофанов В.Н., Самойлов В.А., Митрофанов Н.В., Пунгер А.В. Способ профилактики тромбоза сосудов пересаженного лоскута // Патент России № 2208402.2001.
5. Перлухин М.Л., Сулимов А.Ф., Ахметьянов А.Ш. Устранение дефектов челюстно-лицевой области путём использования микрохирургической пересадки различных аутотрансплантатов // *Сибирский онкологический журнал*. – 2008. – № 1 (25). – С. 106–107.
6. Соболевский В.А. Реконструктивная хирургия в лечении больных с местно-распространенными опухолями костей, кожи и мягких тканей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Москва, 2008. – 55 с.
7. Никитин А.А., Стучилов В.А., Циклин И.Л., Никитин Д.А., Харькин А.А., Гришин А.С. Способ одномоментной реконструкции посттравматического дефекта верхней и нижней челюстей реvascularизированным реберным ауто-трансплантатом // *Анналы хирургии*. – 2012. – № 5. – С. 5–10.
8. Остринская Т.В., Нураев Н.Б., Жуманкулов А.М. Успешное хирургическое лечение распространенной рецидивной опухоли языка (клиническое наблюдение) // *Опухоли головы и шеи*. – 2013. – № 3. – С. 38–42.
9. Саратовцев Д.М. Сосудистые аспекты микрохирургической ауто-трансплантации тканей при закрытии дефектов головы и шеи: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2007. – 19 с.
10. Lin P.Y., Lin K.C., Jeng S.F. Oromandibular Reconstruction: The history, operative options and strategies, and our experience. Review Article. 2011. *Surg. P.* 824251.
11. Обыденнов С.А., Фраучи И.В. Основы реконструктивной пластической микрохирургии. – СПб.: Человек, 2000. – 142 с.
12. Вербо Е.В. Пластическое устранение комбинированных дефектов нижней зоны лица реvascularизированными ауто-трансплантатами: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 1998. – 28 с.
13. Диков Ю.Ю., Соболевский В.А., Кропотов М.А., Ивашков В.Ю. Применение трехмерного моделирования и 3D-печати при реконструкции нижней челюсти // *Опухоли головы и шеи*. – 2015. – № 1. – С. 22–26.
14. Каприн А.Д., Поляков А.П., Ратушный М.В., Маторин О.В., Филошин М.М., Васильев В.Н., Ребрикова И.В., Сугаипов А.Л. Клиническое наблюдение одномоментного устранения сквозного комбинированного орофациального дефекта с использованием двух микрохирургических ауто-трансплантатов // *Опухоли головы и шеи*. – 2015. – Т. 5, № 2. – С. 45–54.
15. Раджабова З.А., Ракитина Д.А., Гурин А.В., Коркола Н.И., Нажмуудинов Р.А., Дунаевский И.В. Реконструктивно-пластические операции у пациентов со злокачественными новообразованиями языка, слизистой дна полости рта, виды пластики // *Опухоли головы и шеи*. – 2015. – № 1. – С. 15–18.

УДК 616.24-002.5-036.17

ЗНАЧЕНИЕ ХЕМОКИНА IP-10(CXCL-10) В ДИАГНОСТИКЕ ТУБЕРКУЛЕЗА НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ

Дудченко А.В., Авербах М.М. (мл.), Карпина Н.Л.

ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза», Москва,
e-mail: amm50@mail.ru

Проведено исследование концентрации хемокина IP-10 (CXCL-10) в сыворотке крови больных на поздней стадии ВИЧ инфекции (n = 14 чел.) и сочетания ВИЧ-инфекции на поздней стадии и различных форм туберкулеза органов дыхания (n = 21 чел.). Показана достоверно более высокая концентрация хемокина IP-10 сыворотки больных на поздней стадии ВИЧ инфекции и различных форм туберкулеза органов дыхания. Установлено, что уровень хемокина IP-10(CXCL-10) у больных на поздней стадии ВИЧ инфекции в сочетании с туберкулезом зависит от бактериовыделения. Показатель сывороточного хемокина IP-10 в подгруппе больных с бактериовыделением и без бактериовыделения составил соответственно: 2713,02 ± 498,15 pg/ml (CI ± 967,3 pg/ml) и 988,01 ± 319,28 pg/ml (CI ± 625,8 pg/ml) (P = 0,012103). Концентрации хемокина IP-10 (CXCL-10) у больных ВИЧ-инфекцией в сочетании с туберкулезом не зависят от распространенности туберкулезного процесса. Для подгруппы больных с распространенными формами туберкулеза уровень сывороточного IP-10 составил 2021,39 ± 465,9 pg/ml (CI ± 913,16 pg/ml) и для подгруппы больных с локальными формами туберкулеза – 2616,25 ± 466,7 pg/ml (CI ± 914,7 pg/ml). Определение хемокина IP-10 является дополнительным диагностическим критерием в диагностике туберкулеза у больных на поздней стадии ВИЧ-инфекции.

Ключевые слова: ВИЧ, туберкулез, хемокин IP-10

IMPORTANCE OF CHEMOKINE IP-10 (CXCL-10) IN DIAGNOSIS OF TUBERCULOSIS AT THE LATE STAGE OF HIV INFECTION

Dudchenko A.V., Averbakh M.M. (jr.), Karpina N.L.

Central Research Institute for Tuberculosis, Moscow, e-mail: amm50@mail.ru

The concentration of chemokine IP-10 (CXCL-10) was determined in the serum of patients in the late stage of HIV infection (n = 14) and the combination of HIV infection at a late stage and various forms of respiratory tuberculosis (n = 21). A significantly higher concentration of IP-10 serum chemokine of patients at a late stage of HIV infection and various forms of tuberculosis of respiratory organs was shown. The level of chemokine IP-10 (CXCL-10) in patients with advanced HIV infection in combination with tuberculosis depends on bacterial excretion. The serum chemokine IP-10 in the subgroup of patients with bacterial excretion and without bacterial excretion was 2713.02 ± 498.15 pg / ml (CI ± 967.3 pg / ml) and 988.01 ± 319.28 pg / ml (CI ± 625.8 pg / ml) (P = 0.012103). Concentrations of IP-10 (CXCL-10) chemokine in patients with HIV infection in combination with tuberculosis does not depend on the prevalence of the tuberculosis process. For a subgroup of patients with extensive forms of tuberculosis, serum IP-10 level was 2021.39 ± 465.9 pg / ml (CI ± 913.16 pg / ml) and for a subgroup of patients with local forms of tuberculosis – 2616.25 ± 466.7 pg / ml (CI ± 914.7 pg / ml). The definition of chemokine IP-10 is an additional diagnostic criterion in the diagnosis of tuberculosis in patients at a late stage of HIV infection.

Keywords: HIV, tuberculosis, chemokine IP-10

Интерферон-гамма индуцибельный протеин 10 (IP-10), или CXCL10, является членом семейства СХС α-хемокинов, которые стимулируют миграцию и адгезию активированных Тх 1 клеток посредством связывания с CXCR3 рецептором [1]. IP-10 секретируется непосредственно макрофагальными клетками, инфицированными вирусами и бактериями, и еще в большей степени после того, как Т-клетки распознают специфические пептины на поверхности антиген-презентирующих клеток. Секреция IP-10 усиливается ИНФ-γ, вырабатываемым Т-хелперами 1 типа и многочисленными провоспалительными цитокинами IL-2, IFN-α, IFN-β, IL-27, IL-17, IL-23, вырабатываемыми аутокринно антиген-презентирующими клетками [1, 2].

К настоящему моменту во многих исследованиях показана диагностическая

ценность спонтанной и антиген-стимулированной продукции IP-10 для выявления латентных форм туберкулеза и мониторинга эффективности лечения туберкулеза у детско-подросткового и взрослого контингента больных [3, 4].

В исследовании M. Ruhwald и соавт. (2008) [5] на взрослом контингенте была определена точка cut-off для антиген стимулированного синтеза IP-10 в 673 пг/мл, при превышении которой реакция считалась диагностически. J. Lighter и соавт. (2009) [4] определили аналогичный показатель для детей и подростков, который составил 732 пг/мл.

Исследования по использованию этого хемокина в качестве дополнительного диагностического иммунологического критерия для диагностики туберкулеза у больных с ВИЧ-инфекцией крайне мало-

численные. Е.В. Васильева и соавт. (2015) изучали продукцию хемокина IP-10 у больных ВИЧ-инфекцией и впервые выявленным активным туберкулезом органов дыхания, подтвержденным ростом *Mtb* на питательных средах, в сравнении с пациентами с ВИЧ-инфекцией, у которых по результатам скрининга не было выявлено признаков активного туберкулеза [6]. При использовании выбранного авторами порогового значения 1087 пг/мл для IP-10 показана чувствительность выявления туберкулезного инфицирования 67% (ДИ 50-81) и специфичность 92% (ДИ 79-98). Garcia-Basteiro A.L. et al (2017) [7] определяли уровень выработки IP-10 у больных с сочетанием ВИЧ инфекции и туберкулеза, подтвержденного бактериологическим посевом до и в течение проведения курса противо туберкулезной химиотерапии. Авторы выявили превышение выбранной ими пороговой концентрации IP-10 в 781 пг/мл у 68,5% больных ВИЧ-ТБ, не получавших антиретровирусную терапию, и у 70,5% больных, получавших терапию концентрация IP-10 превышала уровень 1081 пг/мл. Petrone L. et al (2016) [8] исследовали концентрацию IP-10 в сыворотке и моче у больных ВИЧ-инфекцией, больных активными формами туберкулеза, сочетание ВИЧ + ТБ и здоровых доноров. Уровень хемокина сыворотки был выше у больных туберкулезом и у больных сочетанием ВИЧ + ТБ, тогда как в моче его концентрация повышалась преимущественно у больных активным туберкулезом.

Целью нашего исследования явилось определение диагностической значимости хемокина IP-10 (CXCL-10) в сыворотке больных на поздней стадии ВИЧ-инфекции и сочетанием ВИЧ-инфекции на поздней стадии с локальными и распространенными формами туберкулеза органов дыхания.

Материалы и методы исследования

Проведено обследование 35 больных на поздней стадии ВИЧ-инфекции, находившихся на обследовании в Клинической инфекционной больнице № 2 (КИБ № 2), г. Москва, и туберкулезной больнице им. А.Е. Рабухина ДЗМ по поводу интоксикационного синдрома и впервые выявленных изменений в легких. Среди обследованных было мужчин – 23 (65,7%), женщин – 12 (34,3%). Возраст пациентов варьировал от 19 до 62 лет. Критерии включения в исследование: ВИЧ-инфицированные в возрасте 18 лет и старше, имеющие симптомы вторичных заболеваний, с впервые выявленными изменениями в легких, независимо от количества CD4+ лимфоцитов. Критерии исключения из исследования: пациенты ВИЧ-инфекцией с хроническими формами туберкулеза и рецидивами туберкулеза. При сборе анамнеза жизни и заболевания было установлено, что на момент обследования в КИБ № 2 г. Москва ВИЧ-инфекция была впервые выявлена у 13

чел. (37,1%), у 12 чел. (34,3%) ВИЧ-инфекция была выявлена более 10 лет назад, антиретровирусную терапию (АРВТ) получали только 5 чел. (14,3%).

Клинико-лабораторное обследование пациентов включало клинический и биохимический анализ крови. Для обнаружения возбудителя туберкулеза были применены микробиологические методы исследования диагностического материала (мокрота, БАЛ, спинномозговая жидкость): люминесцентная микроскопия, культуральные методы (посевы на твердые или жидкие – Versa TREK среды), молекулярно-генетическое исследование для обнаружения ДНК МБТ (ПЦР в режиме реального времени). Всем больным было проведено комплексное лучевое обследование органов грудной клетки, которое включало аналоговую рентгенографию, линейную томографию и спиральную компьютерную томографию высокого разрешения. Проводился анализ данных рентгенологического исследования и составление диагностических рядов, которое базировалось на изучении локализации изменений, установлении преимущественного поражения тех или иных отделов легких, формы, интенсивности и структуры отдельных элементов. Фибробронхоскопия с комплексом биопсий была выполнена у 18 чел. (51,4%). Исследование выполнялось эндоскопами фирмы Olympus (Япония). В комплекс биопсий входили: диагностический бронхоальвеолярный лаваж с определением эндотитогаммы и микробиологическим исследованием диагностического материала (люминесцентная микроскопия, ПЦР-исследование, культуральные методы).

В соответствии с целью исследования пациенты были разделены на 2 группы: группа – ВИЧ-инфицированные (14 чел.) и группа ВИЧ + ТБ (21 чел.) – пациенты ВИЧ инфекцией, у которых по результатам обследования был диагностирован туберкулез. У всех пациентов туберкулез был диагностирован впервые. Среди клинических форм туберкулеза органов дыхания у пациентов группы ВИЧ + ТБ преобладала диссеминированная – 16 чел. (76,2%), туберкулез внутригрудных лимфоузлов (ТВГЛУ) и очаговая форма туберкулеза легких были диагностированы в единичных наблюдениях: у 4 чел. (19%) и 1 чел. (4,8%) соответственно. В зависимости от распространенности специфического поражения органов дыхания были выделены распространенные процессы (диссеминированный) и локальные процессы (ТВГЛУ и очаговый туберкулез). В группе пациентов «ВИЧ-инфекция» были диагностированы различные неспецифические заболевания органов дыхания, среди которых превалировала внебольничная пневмония – 12 чел. (85,8%). Генерализованная цитомегаловирусная инфекция (ЦМВ) была выявлена у 1 чел. (7,1%) и генерализованная криптококковая инфекция у 1 чел. (7,1%).

Определение IP-10 в сыворотке проводили методом ИФА с помощью набора DuoSet Human IP-10 (CXCL-10) (R@D (Великобритания). Уровень сывороточного липоарабиноманна определяли методом ИФА с помощью тест-системы LAM ELISA kit (SunLong Biotech Co., LTD). Результаты обрабатывали статистически с помощью Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Уровень содержания IP-10 в сыворотке крови больных в группе ВИЧ + ТБ соста-

вил $2055,88 \pm 378,6$ pg/ml (CI $\pm 742,06$ pg/ml) и был достоверно выше, чем в группе больных с ВИЧ инфекцией – $956,74 \pm 142,8$ pg/ml (CI $\pm 279,9$ pg/ml; $P = 0,013747$). Аналогичные различия выявлены и для показателей содержания ЛАМ в сыворотке больных этих двух групп (группа больных ВИЧ + ТБ $14,64 \pm 3,24$ pg/ml и группа больных с ВИЧ инфекцией $5,07 \pm 1,1$ pg/ml; $P = 0,011868$) (рис. 1).

Проведен сравнительный анализ уровня сывороточного хемокина IP-10 в зависимости от распространенности туберкулезного процесса и наличия бактериовыделения. Для подгруппы с распространенными формами туберкулеза ($n = 16$ чел.) уровень сывороточного IP-10 составил $2021,39 \pm 465,9$ pg/ml (CI $\pm 913,16$ pg/ml) и для подгруппы локальных форм туберкулеза ($n = 5$ чел.) – $2616,25 \pm 466,7$ pg/ml (CI $\pm 914,7$ pg/ml) и не имел достоверных различий. Показатели сывороточного хемокина IP-10 в подгруппе больных с бактериовыделени-

ем (МБТ+) ($n = 14$ чел.) были достоверно выше, чем в подгруппе больных без бактериовыделения (МБТ-) ($n = 7$ чел.) и составили $2713,02 \pm 498,15$ pg/ml (CI $\pm 967,3$ pg/ml) и $988,01 \pm 319,28$ pg/ml (CI $\pm 625,8$ pg/ml) ($P = 0,012103$). Результаты представлены на рис. 2.

Рассматривая уровень IP-10 в группе больных ВИЧ ($956,74 \pm 142,8$ pg/ml) с учетом доверительного интервала показатель этого хемокина в сыворотке более $1236,64$ pg/ml будет свидетельствовать в пользу наличия туберкулеза у этих больных.

Полученный нами показатель достаточно близок к таковому, выявленному в исследовании Е.В. Васильевой и соавт. (2015) [6]. Нами впервые выявлено значение влияния фактора бактериовыделения, подтвержденного культуральными методами, на показатель содержания IP-10 и отсутствие различий в уровне хемокина в зависимости от распространенности туберкулезного процесса.

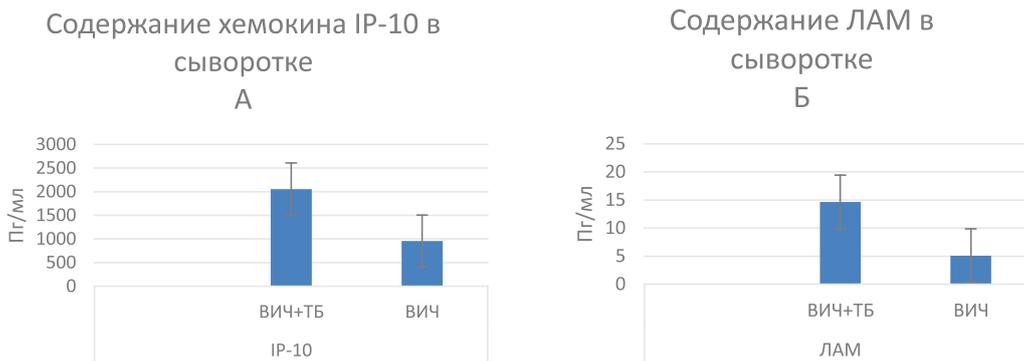


Рис. 1. Содержание хемокина IP-10 (А) и ЛАМ(Б) в сыворотке крови обследованных больных

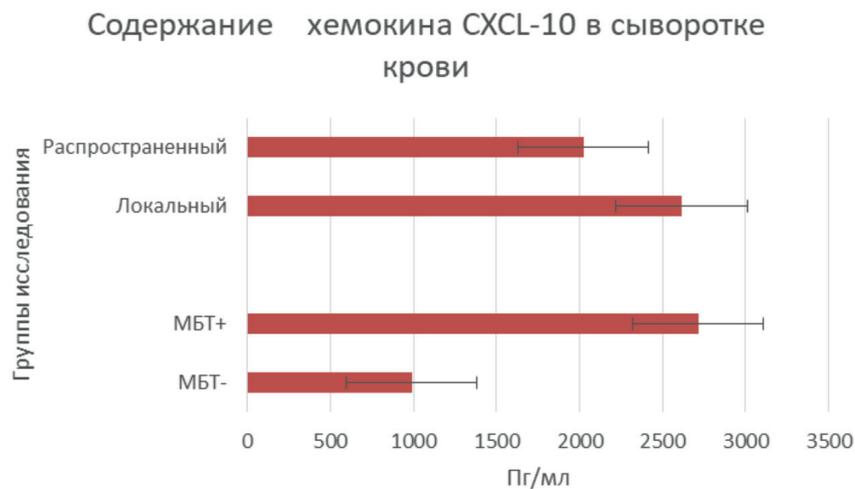


Рис. 2. Содержание хемокина IP-10 (CXCL-10) у больных группы ВИЧ + ТБ в зависимости от факторов распространенности процесса и бактериовыделения

Выводы

1. Концентрация хемокина IP-10 (CXCL-10) у больных на поздней стадии ВИЧ-инфекции в сочетании с туберкулезом достоверно превышает таковую у больных ВИЧ инфекцией.

2. Уровень концентрации хемокина IP-10 (CXCL-10) у больных на поздней стадии ВИЧ-инфекции в сочетании с туберкулезом зависит от бактериовыделения. Так, показатель сывороточного хемокина IP-10 в подгруппе больных с бактериовыделением и без бактериовыделения составил соответственно: $2713,02 \pm 498,15$ pg/ml (CI $\pm 967,3$ pg/ml) и $988,01 \pm 319,28$ pg/ml (CI $\pm 625,8$ pg/ml) ($P = 0,012103$).

3. Уровень концентрации хемокина IP-10 (CXCL-10) у больных ВИЧ-инфекцией в сочетании с туберкулезом не зависит от распространенности туберкулезного процесса. Для подгруппы больных с распространенными формами туберкулеза уровень сывороточного IP-10 составил $2021,39 \pm 465,9$ pg/ml (CI $\pm 913,16$ pg/ml) и для подгруппы больных с локальными формами туберкулеза – $2616,25 \pm 466,7$ pg/ml (CI $\pm 914,7$ pg/ml).

Список литературы

- Groom J.R., Luster A.D. CXCR3 ligands: redundant, collaborative and antagonistic functions // *Immunol Cell Biol.* – 2011. – V. 89. – P. 207–205.
- Farber J.M. Mig and IP-10: CXC chemokines that target lymphocytes // *J. Leukoc Biol.* – 1997. – V. 61. – P. 246–257.
- Alsleben N., Ruhwald M., Rüssmann H., Marx F.M., Wahn U., Magdorf K. Interferon-gamma inducible protein 10 as a biomarker for active tuberculosis and latent tuberculosis infection in children: A case – control study // *Scandinavian Journal of Infectious Diseases.* – 2012. – V. 44. – P. 256–262.
- Lighter J., Rigaud M., Huie M., Peng C-H., Pollack H. Chemokine IP-10: an adjunct marker for latent tuberculosis infection in children // *Int J. Tuberc Lung Dis.* – 2009. – V.13. – P. 731–736.
- Ruhwald M., Bodmer T., Maier C., Jepsen M., Haaland M.B., Eugen-Olsen J., Ravn P. Evaluating the potential of IP-10 and MCP-2 as biomarkers for the diagnosis of tuberculosis // *Eur Respir J.* – 2008. – V.32. – P.1607–1615.
- Васильева Е.В., Пантелеев А.М., Вербов В.Н., Тотолян А.А. Значение квантиферонового теста и IP-10 в диагностике туберкулеза у пациентов с ВИЧ-инфекцией // *Медицинская иммунология (Иммунология туберкулеза, специальный выпуск).* – 2015. – Т. 17. – С. 131–132.
- García-Basteiro A.L., Mambuque E., den Hertog A., Saavedra B., Cuamba I., Oliveras L., Blanco S., Bulo H., Brew J., Cuevas L.E., Cobelens F., Nhabomba A., Anthony R. IP-10 Kinetics in the First Week of Therapy are Strongly Associated with Bacteriological Confirmation of Tuberculosis Diagnosis in HIV Infected Patients // *ScieNtific Reports.* – 2017. | 7: 14302 | DOI:10.1038/s41598-017-13785-3.
- Petrone L., Cannas A., Vanini V., Cuzzi G., Aloï F., Nsubuga M., Sserunkuma J., Nazziwa R.A., Jugheli L., Lukindo T., Girardi E., Antinori A., Pucci L., Reither K., Goletti D. Blood and urine inducible protein 10 as potential markers of disease activity // *Int J Tuberc Lung Dis.* – 2016. – V.20. – P. 1554–1561.

УДК 616-057(075)

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА САЛСОКОЛЛИНА
В КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ В АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЕ
У РАБОЧИХ ЗАВОДА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

¹Карабалин С.К., ¹Монгол А., ²Бабишева Р.Ш., ²Тойшибекова Ж.П.,

²Макаров М.Б., ³Бекходжаева А.Т.

*¹Учреждение «Институт медицины труда, профессиональной патологии
и промышленной экологии», Алматы, e-mail: serik.sk@inbox.ru;*

²Областной профпатологический центр, Тараз;

³Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Алматы

В статье представлены результаты изучения эффективности нового препарата салсоколлина по данным клинико-лабораторных показателей до и после профилактического лечения у рабочих завода минеральных удобрений. При оценке результатов профилактического лечения учитывались субъективные симптомы, объективное состояние большого и биохимические показатели оценки перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты организма, а также генерации оксида азота и содержания молекул средней массы в крови. Результаты исследования показали, что продолжительное действие вредных факторов более 10 лет приводит к метаболическим изменениям в организме рабочих, которое характеризовалось повышением продуктов перекисного окисления липидов, оксида азота, молекул средней массы и достоверным снижением антиоксидантной защиты и увеличением свободных агрессивных радикалов, свидетельствующих о нарушении равновесия в системе «ПОЛ-АОЗ» (перекисное окисление липидов – антиоксидантная защита), накоплении продуктов перекисного окисления липидов, депрессии антиоксидантной защиты организма, приводящее к срыву адаптационных механизмов. Улучшение общего состояния и биохимических показателей (продукты ПОЛ – ДК (перекисное окисление липидов – диеновые коньюгаты), МДА (малоновый диальдегид), активность СОД (супероксиддисмутазы) и обеспеченность организма витаминами – альфа-токоферолом и ретинолом) давали основание оценивать результат лечения как «улучшение». При сравнении эффективности профилактического лечения установлено, что лучший результат отмечен в 3 клинической группе, получавшей комплекс антиоксидантных витаминов и препарата салсоколлина. Показано, что отечественный препарат салсоколлин оказывает нормализующее действие на показатели метаболического статуса организма рабочих завода минеральных удобрений.

Ключевые слова: производство минеральных удобрений, перекисное окисление липидов, показатели антиоксидантной защиты, метаболический статус

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE DRUG SALSOKOLLIN
IN THE CORRECTION OF DISTURBANCES IN THE ANTIOXIDANT SYSTEM
IN WORKERS OF THE PLANT OF MINERAL FERTILIZERS**

¹Karabalin S.K., ¹Mongol A., ²Babisheva R.Sh., ²Toyshibekova Zh.P.,

²Makarov M.B., ³Bekkhodzhaeva A.T.

*¹Institute of Occupational Medicine, Occupational Pathology and Industrial Ecology,
Almaty, e-mail: serik.sk@inbox.ru;*

²Regional Occupational Center, Taraz;

³Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty

The article presents the results of the study of the effectiveness of the new Salsokollin preparation according to the clinical and laboratory data before and after the preventive treatment of workers at the plant of mineral fertilizers. When assessing the results of preventive treatment, subjective symptoms, the patient's objective condition and biochemical indices for the evaluation of lipid peroxidation and antioxidant protection of the organism, as well as the generation of nitrogen oxide and the content of middle-weight molecules in the blood were taken into account. The results of the research showed that the long-term effect of harmful factors for more than 10 years leads to metabolic changes in the workers' body, which was characterized by an increase in lipid peroxidation products, nitrogen oxide, medium-weight molecules and a significant decrease in antioxidant protection and an increase in free aggressive radicals, system «LP-AP» (lipid peroxidation – antioxidant protection), accumulation of products of lipid peroxidation, depression of antioxidant defense of the organism, leading to the disruption of adaptation mechanisms. Improvement of the general condition and biochemical indicators of biochemical (products of LP-DC (lipid peroxidation – diene conjugates), MDA (malonic dialdehyde), SOD (superoxide dismutase) activity and provision of the organism with vitamins-alpha-tocopherol and retinol) gave grounds to evaluate the result of treatment as «improvement». When comparing the effectiveness of preventive treatment, it was found that the best result was noted in the 3 clinical groups receiving a complex of antioxidant vitamins and the preparation Salsokollin. It is shown that the domestic preparation of Salsokollin has a normalizing effect on the metabolic status of the organism of workers of the plant of mineral fertilizers.

Keywords: production of mineral fertilizers, lipid peroxidation, indicators of antioxidant protection, metabolic status

Известно, что длительное воздействие на организм химических веществ производства минеральных удобрений может быть причиной возникновения нарушений

метаболизма в организме и формирования различных донозологических и нозологических форм профессиональных патологий у рабочих [1, 2].

Биохимические показатели, характеризующие перекисное окисление липидов и антиоксидантной защиты (АОЗ), как чувствительные тесты позволяют выявить среди работающих группу «риска», т.е. лиц с повышенной вероятностью развития нарушений в состоянии здоровья профессионального характера [1, 2].

На основе отечественного сырья (солянки холмовой) в 1995 году был разработан препарат «Салсоколлин», обладающий гепатопротекторным и желчегонным эффектом. Препарат в своем составе содержит вещества флавоноидной природы (кверцетин, рутин, трицин, изорамнетин-3 гликозид, сапонины, стерингликозиды, бетаин). Препарат «Салсоколлин» ранее был апробирован при соматических заболеваниях с положительным эффектом [3–5].

При хроническом воздействии тяжелых металлов (хлорида никеля, селенита натрия, хлорида алюминия) повышается активность калликрейна в крови у животных опытных групп, параллельно отмечается понижение содержания прекаликрейна, по сравнению с контрольной группой. Препарат «Салсоколлин», биологически активная добавка «Янтарная кислота» оказывают протекторное влияние на изучаемые показатели, что может свидетельствовать о детоксикационной активности данных препаратов природного происхождения [6].

Гепатопротекторный препарат растительного происхождения «Салсоколлин» создан на основе солянки холмовой (*Salsolacollina Pall.*). Избирательное терапевтическое действие на функции печени обусловлено высокой антиоксидантной активностью фитопрепарата, связанной с присутствием флавоноидов. Последние стимулируют антиоксидантную активность гепатоцитов за счет увеличения каталазы и уменьшения содержания малонового диальдегида в ткани печени [7, 8]. Наряду с холелитическим, холеспазмолитическим и холекинетическим эффектом, салсоколлин оказывает положительное влияние на липидный и белковый обмен. Также известно нормализующее влияние препарата на функцию поджелудочной железы при сахарном диабете [9, 10]. Вместе с тем хорошо известно то, что при патологии пищеварительной системы имеет место кишечный дисбактериоз [11], осложняющий течение основного заболевания. Поэтому практически значимо знание возможного позитивного либо негативного влияния салсоколлина на нормальную микрофлору кишечника,

особенно на ее резидентных представителей – лактобацилл [12].

Учитывая полученные положительные результаты, нами для коррекции метаболических нарушений в организме рабочих основных профессий завода минеральных удобрений, было сочтено целесообразным назначить препарат «Салсоколлин» в комплексе с антиоксидантными витаминами.

Целью представленной работы являлось изучение состояния метаболического статуса у рабочих завода минеральных удобрений в процессе использования лечебно-профилактического комплекса, состоящего из препарата «Салсоколлин» и антиоксидантных витаминов, по данным оценки перекисного окисления липидов и системы АОЗ (антиоксидантной защиты), а также генерации оксида азота и содержания молекул средней массы в крови.

Материалы и методы исследования

Для изучения лечебно-профилактической эффективности предлагаемого метода коррекции клиническое наблюдение проводилось в течение двух лет в 3-х группах рабочих завода минеральных удобрений основных профессий в количестве 98 человек со стажем более 10 лет, состоящих на диспансерном учете.

При клинической оценке результатов профилактического лечения учитывались субъективные симптомы, объективное состояние больного и проводилось изучение метаболического статуса. Определение продуктов ПОЛ (перекисного окисления липидов) проводили по методу Э.Н. Коробейниковой (1989) [13]. В эритроцитах определена активность ферментов: супероксиддисмутазы (СОД) по методу Е.Е. Дубининой (1983) и каталазы по методу М.А. Королюк (1988) [14]. В эритроцитах изучено содержание α -токоферола и ретинола по методу В.Б. Тарасюк (2008). В плазме крови определяли средние молекулы (СМ) по методу Н.И. Габриэляна в модификации В.В. Николайчук, уровень генерации оксида азота (NO) по методу П.П. Голикова, в модификации Г.А. Кулкыбаева, З.И. Намазбаевой, Б.М. Салимбаевой [15].

Результаты исследования и их обсуждение

Для изучения лечебно-профилактической эффективности предлагаемого метода лечения клиническое наблюдение в динамике проводилось в 3-х группах рабочих основных профессий (98 чел.), одна из них являлась контрольной группой, не получающей препарат «Салсоколлин» ни в чистом виде, ни в комплексе с другими веществами.

1-ю группу (контрольную) составили рабочие со стажем более 10 лет из группы «риска» – получали антиоксидантные витамины А, Е, С – 30 человек.

2-я группа – рабочие со стажем более 10 лет из группы «риска» – получали препарат «Салсоколлин» (37 чел.).

3-я группа – стажированные рабочие (более 10 лет) из группы «риска» – получали антиоксидантные витамины А, Е, С + препарат «Салсоколлин» (31 чел.).

Салсоколлин назначали три раза в день по 1 таблетке (капсуле) 0,2. Длительность курса профилактического лечения 30 дней.

При клинической оценке результатов профилактического лечения учитывались субъективные симптомы, объективное состояние больного и отдельные биохимические показатели.

Улучшение общего состояния и биохимических показателей (продукты ПОЛ – ДК (перекисного окисления липидов – диеновые конъюгаты), МДА (малоновый диальдегид), активность СОД (супероксиддисмутаза) и обеспеченность организма витаминами – альфа-токоферолом и ретинолом) давали основание оценивать результат лечения как «улучшение». При отсутствии изменений в жалобах, клинической симптоматике и биохимических данных больных относили к группе «без изменений».

Как видно из табл. 1, при использовании лишь антиоксидантных витаминов у контрольной группы улучшение наступило у 83,3 ± 6,0%; в группе лиц, получивших препарат «Салсоколлин», – у 91,9 ± 4,6%. При сравнении наблюдаемых групп лучший результат отмечен в 3 группе, получавшей комплекс антиоксидантных витаминов и препарата «Салсоколлин» (96,8 ± 2,0%). Ухудшения в состоянии здоровья среди наблюдаемых лиц не отмечено.

В табл. 2 представлены показатели активности системы АОЗ и реакций ПОЛ в эритроцитах рабочих до и после профилактического лечения.

У обследованных рабочих в эритроцитах наблюдалось значительное снижение показателей АОЗ на фоне выраженной активации ПОЛ (p < 0,05). Исследование по-

казало, что содержание ДК в мембранах эритроцитов рабочих у всех групп было достоверно повышенным (p < 0,05), по сравнению с контролем.

Одновременно выявлено достоверное повышение содержания МДА (p < 0,05). Как видно из таблицы, после лечения первичные продукты ПОЛ достоверно снизились в 3 группе лиц, получавших комплекс профилактического лечения (Антиоксидантные витамины + «Салсоколлин»). Активность фермента СОД в эритроцитах снижалась после лечения во всех группах, но достоверность установлена в 3-й группе достигая 6,08 ± 0,1 ед. (P < 0,05) при исходном уровне – 3,62 ± 0,12 ед.

Активность каталазы в эритроцитах также понижалась у всех обследованных до лечения, после профилактического лечения уровень каталазы повышался, а в 3-й группе достоверно достиг уровня контроля.

Установлено, что увеличение длительности профессионального стажа рабочих сопровождается снижением содержания α-токоферола и ретинола в плазме крови на фоне снижения активности ферментов АОЗ – каталазы, СОД (табл. 2). После курса профилактического лечения улучшилась обеспеченность организма антиоксидантными витаминами. Так, содержание альфа-токоферола в крови возрастало достоверно во всех клинических подгруппах (P < 0,05). После профилактического лечения уровень ретинола в крови обследованных повышался во всех группах, а в 3 группе достиг нормального уровня.

Как видно из табл. 2, содержание МСМ (молекул средней массы) и уровень оксида азота до лечения, по сравнению с контролем, достоверно были повышенными (P < 0,05). После профилактического лечения было отмечено достоверное повышение уровня оксида азота во всех группах от 9,5 ± 0,82 до 10,8 ± 0,86 нмоль/л (p < 0,05), содержание МСМ также достоверно возрастало до 34,2 ± 1,62 усл. ед. (p < 0,01).

Таблица 1

Результаты профилактического лечения у рабочих завода (P ± m, %)

Группы	Методы профилактической терапии	Число больных	Результаты лечения					
			Без изменений		Улучшение		Ухудшение	
			абс	P ± m, %	абс	P ± m, %	абс	P ± m, %
1	Антиоксидантные витамины	30	5	16,7 ± 6,0	25	83,3 ± 6,0	–	–
2	Препарат «Салсоколлин»	37	3	8,1 ± 4,0	34	91,9 ± 4,0	–	–
3	Антиоксидантные витамины + «Салсоколлин»	31	1	3,2 ± 2,0	30	96,8 ± 2,0	–	–
ИТОГО		98	9	9,2 ± 3,0	89	90,8 ± 3,0	–	–

Таблица 2

Содержание продуктов ПОЛ и активности АОЗ у рабочих до и после лечения (X + m)

Показатели	Группы, получающие профилактическое лечение						Контроль
	1		2		3		
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	
1. ДК эритроц., усл. ед.	66,8 ± 2,9+	60,4 ± 1,6	68,6 ± 3,2+	58,8 ± 2,2	69,3 ± 2,2+	52,9 ± 2,1**	35,1 ± 3,12
2. МДА эр., мкмоль/л	10,9 ± 0,7+	9,2 ± 0,21	11,2 ± 0,41+	8,9 ± 0,8	12,1 ± 0,9+	8,5 ± 0,7**	7,5 ± 0,42
3 СОД эр., ед.	4,06 ± 0,2+	4,68 ± 0,4*	3,82 ± 0,18+	4,6 ± 0,2*	3,62 ± 0,12+	6,08 ± 0,1**	6,42 ± 0,68
4. Каталаза эр., ммоль·с ⁻¹ ·л ⁻¹	41,9 ± 1,88	44,1 ± 1,65	40,4 ± 1,42	45,02 ± 1,98	40,1 ± 1,12+	46,04 ± 1,61*	46,3 ± 1,62
5. Альфа-ТФпл., мкмоль/л	13,96 ± 0,82+	17,1 ± 0,31*	14,1 ± 0,72+	17,6 ± 0,41*	13,82 ± 1,12+	17,08 ± 0,8**	16,81 ± 1,04
6. Ретинол пл., мкмоль/л	1,81 ± 0,82	1,90 ± 0,12	1,88 ± 0,2	1,98 ± 0,38	1,84 ± 0,12	2,12 ± 0,11*	2,14 ± 0,34
7. МСМ (усл. ед.)	33,1 ± 1,13+	29,2 ± 1,22	32,2 ± 1,62+	28,4 ± 1,46	34,2 ± 1,62+	26,32 ± 1,4**	24,0 ± 1,09
8. NO, нмоль/мл	10,1 ± 0,68+	7,66 ± 0,88	9,5 ± 0,82+	6,8 ± 0,84	10,8 ± 0,86+	5,2 ± 0,22**	4,8 ± 0,12

Примечание: * – знак достоверности различия при сравнении до и после лечения (P < 0,05);

** – знак достоверности различия при сравнении до и после лечения (P < 0,01);

+ – знак достоверности различия при сравнении с контролем (P < 0,05).

Таким образом, результаты исследования показали, что продолжительное действие вредных факторов, более 10 лет, приводит к метаболическим изменениям в организме рабочих, которое характеризуется повышением продуктов ПОЛ, оксида азота, молекул средней массы, достоверным снижением антиоксидантной защиты и увеличением свободных агрессивных радикалов, свидетельствующее о нарушении равновесия в системе «ПОЛ-АОЗ», накоплении продуктов ПОЛ, депрессии АОЗ, приводящих к срыву адаптационных механизмов. Проводимая нами для коррекции и улучшения адаптационных механизмов профилактическая терапия показала лучшие результаты при использовании препарата «Салсоколлин» с добавлением антиоксидантных витаминов.

Полученные данные свидетельствуют о положительной эффективности использованного профилактического лечебно-оздоровительного комплекса, имеющего определенное патогенетическое значение, который может быть рекомендован для оздоровления работающих во вредных условиях химического производства.

Выводы

1. Длительное воздействие вредных факторов завода минеральных удобрений сопровождается достоверной активацией процессов свободнорадикального окисления липидов на фоне депрессии антиоксидантных ферментов.

2. Лечебно-профилактическое применение препарата «Салсоколлин» в группе риска рабочих завода, оказывало положительное действие на субъективную и объективную симптоматику.

3. При профилактическом использовании препарата «Салсоколлин» установлено нормализующее действие на систему ПОЛ-АОЗ.

Список литературы

1. Профессиональная патология: Национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.
2. Карабалин С.К. Актуальные проблемы медицины труда (профессиональной патологии): учебное пособие. – Алматы, 2014. – Т. 2. – 146 с.
3. Конакбаева Р.Д., Меирманова Р.Т. Флавоноиды – растительные гепатопротекторы: состояние, проблемы и перспективы // Медицина и экология. – 2010. – № 4. – С. 120–122.
4. Кусаинова Д.Д., Тлеулиев А.А., Пак Р.Н., Адекенов С.М. Противовоспалительные свойства экстракта *Salsolacollina Pall* // В сб. «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения». – СПб., 2002. – С. 517–519.
5. Умбеталина Н.С., Досмагамбетова Р.С., Конакбаева Р.Д., Тургунова Л.Г. «Салсоколлин» в лечении хронических гепатитов // Фармация Казахстана. – 2004. – № 9 (специальный выпуск). – С. 25–26.
6. Тусупова Ж.Б., Хантурин М.Р. Показатели калликреин-кининовой системы крови крыс при хроническом воздействии тяжелых металлов и его коррекция препаратами природного происхождения // Acta Biomedica Scientifica. – 2009. – № 1. – С. 271–274.
7. Данченко Е.О. Мед. и соц.-психол. проблемы алкогольной и наркотической зависимости: материалы 1-й Рос.-Белорус. конф. – Витебск, 2010. – С.119–123.
8. Козловский А.В., Лелевич В.В., Шейбак В.М. и др. Биологически активные соединения в регуляции метаболического гомеостаза. Ч. 1. // Материалы междунар. науч. конф. – Гродно, 2008. – С. 243–246.
9. Конакбаева Р.Д., Умбеталина Н.С., Досмагамбетова Р.С. и др. Клиническое применение «Салсоколлина» у больных хроническими диффузными заболеваниями печени // Фармация Казахстана. – 2012: Спец. вып. – С. 95–97.
10. Кузгибекова А.Б. Применение препарата «Салсоколлин» в детской гастроэнтерологии // Фармация Казахстана. – 2012: Спец. выпуск. – С. 59–62.
11. Бондаренко В.М., Грачева Н.М., Мацулевич Т.В. Дисбактериозы кишечника у взрослых. – М.: КМК Scientific Press, 2003. – 220 с.
12. Коробейникова Э.Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тибарбитуровой кислотой // Лабораторное дело. – 2009. – № 7. – С. 8–9.
13. Дубинина Е.Е., Сальникова Л.А., Ефимова Л.Ф. Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека // Лабораторное дело. – 2013. – № 10. – С. 30–33.
14. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. – 2008. – № 11. – С. 16–19.
15. Алмагамбетов К.Х., Молдагулова Н.Б., Сармурзина З.С., Садуахасова С.А., Абитаева Г.К., Калдарбекова Б.Б. Влияние салсоколлина на кишечные микроорганизмы // Астана медициналык журналы. – 2012. – № 1 (69). – С. 104–107.

УДК 616.12:616.62:616.8

ЧАСТИЧНАЯ ДУПЛИКАЦИЯ ДЛИННОГО ПЛЕЧА ХРОМОСОМЫ 15 У ДЕВОЧКИ С ВРОЖДЁННЫМ ПОРОКОМ СЕРДЦА, ЭНУРЕЗОМ, ЭНКОПРЕЗОМ, СНИЖЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ И МИКРОАНОМАЛИЯМИ РАЗВИТИЯ: НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

^{1,2}Кравец В.С., ^{1,2}Ворсанова С.Г., ^{1,2}Юров Ю.Б., ^{1,2}Васин К.С.,
¹Боченков С.В., ^{1,2,3}Юров И.Ю.

¹*«Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева» ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, e-mail: svorsanova@mail.ru;*

²*ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, e-mail: ivan.iourov@gmail.com;*

³*ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, Москва, e-mail: ivan.iourov@gmail.com*

В представленной работе описывается редкий случай дупликации длинного плеча хромосомы 15 – dup(15)(q12q15.3) – у ребёнка женского пола 6 лет с врождённым пороком сердца, гиперрастяжимостью мелких суставов, дневным энурезом, энкопрезом, парциальным нарушением психики (трудности в обучении, а также особенности поведения при незначительно сниженном интеллекте и отдельных чертах аутизма) и микроаномалиями развития. Показана необходимость применения в когорте пациентов с подобными симптомами (умственная отсталость, расстройства аутистического спектра, врожденные пороки развития) не только классического (стандартного) кариотипирования, но также и современных высокорезающих молекулярно-цитогенетических методов: серийной сравнительной геномной гибридизации (молекулярное кариотипирование, или агауСGH, либо SNParray) с последующим биоинформатическим анализом (анализом *in silico*) полученных результатов с привлечением специфических баз данных (OMIM, DECIPHER, BioGPS и т.д.), что позволяет не только подтвердить и уточнить первоначальный цитогенетический диагноз, но и выделить гены-кандидаты заболеваний, проводить корректное медико-генетическое консультирование семей с такими детьми, а в отдельных случаях – пренатальную диагностику, применить персонализированный подход к лечению патологии и улучшить качество жизни пациентов и их семей.

Ключевые слова: нарушение психики, энурез, молекулярное кариотипирование, анализ *in silico*

PARTIAL DUPLICATION OF CHROMOSOME 15Q IN A RETARDED GIRL WITH HEART MALFORMATION, ENURESIS, ENCOPIRESIS AND MICROANOMALIES: NECESSITY OF CONTEMPORARY MOLECULAR-CYTOGENETIC METHODS

^{1,2}Kravets V.S., ^{1,2}Vorsanova S.G., ^{1,2}Yurov Yu.B., ^{1,2}Vasin K.S.,
¹Bochenkov S.V., ^{1,2,3}Iourov I.Yu.

¹*Academician Y.E. Veltishchev Research Clinical Institute of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, e-mail: svorsanova@mail.ru;*

²*Mental Health Research Center, Moscow; e-mail: ivan.iourov@gmail.com;*

³*Russian Medical Academy of Postgraduate Education of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, e-mail: ivan.iourov@gmail.com*

In this report authors represent a rare case of chromosome 15 long arm duplication – dup(15)(q12q15.3) – in a 6-year-old girl with day-time enuresis, encopresis, congenital heart malformation, hyperflexibility of small joints, behavioral and learning problems, partial developmental delay, some features of autism and developmental microanomalies. The necessity of application of not only cytogenetic methods (standard karyotyping), but also contemporary highly-sensitive molecular-cytogenetic methods (array comparative genome hybridization, arrCGH or SNP array) with subsequent bioinformatic *in silico* analysis of received data using specific databases (OMIM, DECIPHER, BioGPS etc.) in these cohorts of patients (developmental delay, features of autism, congenital anomalies and microanomalies) is proved, which will allow not only to confirm and define more precisely the primary cytogenetic diagnosis, but also find candidate genes of diseases, perform correct genetic counselling, including prenatal diagnosis, to use personalized approach in therapy of such patients, and improve the quality of life of these patients and their families.

Keywords: developmental delay, enuresis, molecular karyotyping, *in silico* analysis

Среди обширного спектра хромосомных и геномных аномалий, обнаруживаемых у детей с задержкой психоречевого и психомоторного развития, врождёнными

ми пороками и микроаномалиями развития, а также различными неврологическими нарушениями, значительное место занимают дупликации и трипликации

участков отдельных хромосом [1–3]. Размеры дублированных участков сильно варьируют, от нескольких сот пар нуклеотидов до десятков миллионов пар; клинические проявления при этом зависят не только от размеров дубликации, но и от генов, находящихся в дублированном участке, и могут быть как очень тяжёлыми, так и средней тяжести [4]. Некоторые часто встречающиеся микродубликации с повторяющимися клиническими признаками описывают как микродубликационные синдромы. Как правило, дубликации и трипликации регулярны, но встречаются и мозаичные случаи. Диагностика таких случаев нередко требует применения таких молекулярно-цитогенетических методов, как флюоресцентная гибридизация *in situ* (FISH) с различными ДНК зондами, многоцветное окрашивание хромосом (MCB), метафазная геномная гибридизация (HR CGH) и серийная сравнительная геномная гибридизация (молекулярное кариотипирование) на ДНК-микроматрицах (arrayCGH), что позволяет выявлять делеции и дубликации, определять точки разрыва при них и размер дублированного участка [5–7]. Имея точные координаты перестройки, можно анализировать гены, находящиеся в дублированном участке, для проведения корректного медико-генетического консультирования семьи с поражённым ребёнком [8, 9]. В работе представлен случай дубликации длинного плеча хромосомы 15 у ребёнка с врождённым пороком сердца, сниженным интеллектом, энурезом и энкопрезом.

Материалы и методы исследования

В работе обследован ребёнок женского пола 6 лет. Культура лимфоцитов периферической крови, приготовление препаратов, дифференциальное окрашивание хромосом по длине и анализ кариотипа проводились по стандартным методикам (GTG- и CBG-окрашивание хромосом). Серийная сравнительная геномная гибридизация (молекулярное кариотипирование или arrayCGH) на микрочипах проводилась по стандартным протоколам с применением SNP/олигонуклеотидной микроматрицы AffymetrixCytoscan HD, содержащей 2 696 550 проб. Биоинформатический анализ данных, полученных в результате молекулярного кариотипирования, проводился с помощью баз данных NCBI, OMIM, BioGps [10].

Результаты исследования и их обсуждение

В клинику института поступила девочка 6 лет, которая родилась в 1-й беременности с массой тела 3160 г, длиной – 49 см от неродственных родителей. Причиной обращения послужили следующие клинические проявления: умеренная задержка

физического развития, задержка психоречевого развития, нарушение поведения, энурез и энкопрез днём, смешанный астигматизм. Ранее отмечены недифференцированная дисплазия соединительной ткани, открытый артериальный проток, пролапс митрального клапана, вальгусная деформация стоп. Неврологом обнаружены дислалия и неврозоподобный синдром с нарушениями эмоционально-волевой сферы, нарушение работоспособности и повышенная истощаемость на фоне незрелой эмоционально-волевой сферы. У ребёнка при обследовании в нашем институте наблюдали следующие микроаномалии развития: эпикант, бороздка в середине фильтра, короткие глазные щели, высокая граница роста волос на лбу, гипертелоризм носов, сандалевидная щель, вздёрнутый нос, крыловидные лопатки. Проведена МРТ головного мозга, которая не выявила значительных отклонений. УЗИ органов брюшной полости и малого таза выявило изгиб жёлчного пузыря и аномальную его форму.

На основании клинических признаков ребёнку провели цитогенетическое исследование. В результате цитогенетического исследования (GTG- и CBG-окрашивания хромосом по длине) кариотип пробанда – 46,XX,?dup(15)(q11.2q17.5) (рис. 1). Для верификации дубликации и уточнения точек разрыва пробанду было рекомендовано проведение молекулярно-цитогенетического исследования – серийной сравнительной геномной гибридизации (микроматричного анализа/arrayCGH). Результаты молекулярного кариотипирования следующие: агт 3q29 (195 776 591 – 195 777 111)x4, 4q26 (114 212 421-114 219 002)x1, 15q12q15.3 (26 616 861 – 43 845 410)x3.

На рис. 2 показаны результаты проведенного ребёнку молекулярно-цитогенетического исследования – серийной сравнительной геномной гибридизации (arrayCGH) с последующей приоритизацией генов и геномных сетей. В результате проведенного анализа дубликация участка длинного плеча хромосомы 15 была подтверждена. Размер дублированного участка – 17 228 549 пн (рис. 2). Дубликация затронула 156 генов, 82 из которых индексированы в OMIM. Кроме того, обнаружены интрагенные вариации числа копий последовательностей ДНК (рис. 2): трипликация последовательности ДНК гена *TFRC* (геномная локализация – 3q29; 195 776 591 – 195 777 111; размер 520 пн) и делеция последовательности ДНК гена *ANK2* (геномная локализация – 4q26; 114 212 421 – 114 219 002; размер 651 пн).

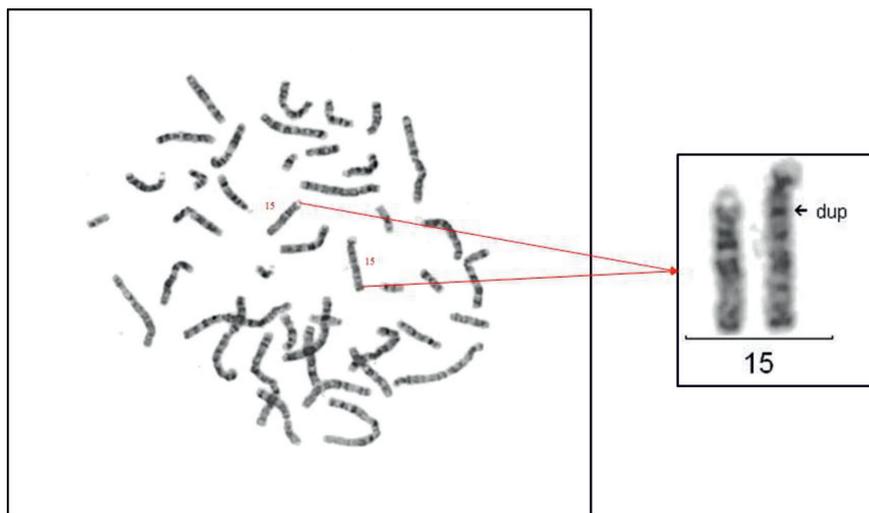


Рис. 1. Кариотип пробанда – 46,XX,?dup(15)(q11.2q1?5). На рисунке слева метафазная пластинка лимфоцитов периферической крови с GTG-окрашиванием. Справа представлены отдельно гомологи хромосомы 15, левый из них – нормальный, правый – с дупликацией

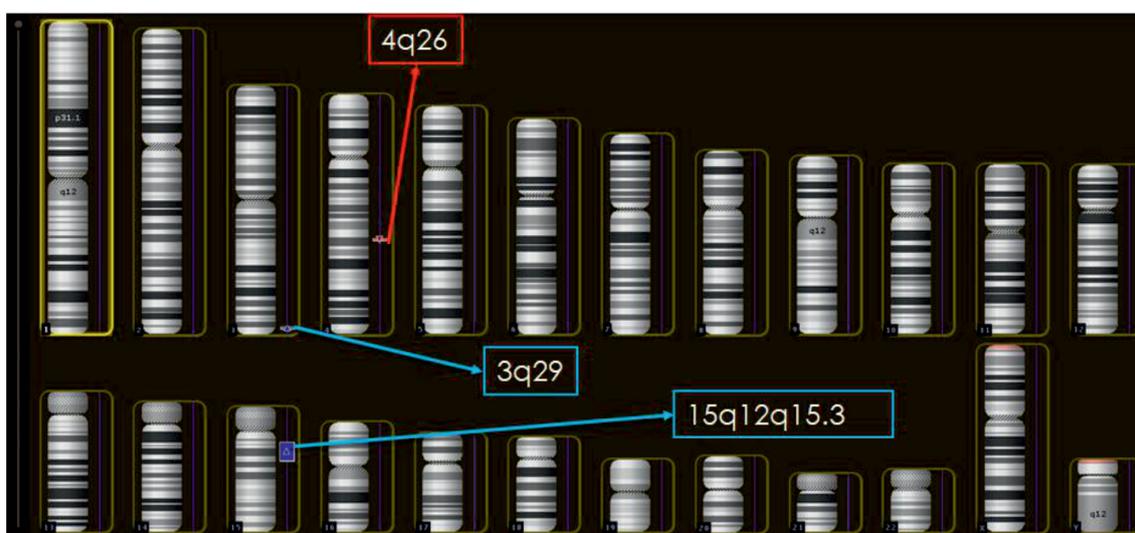


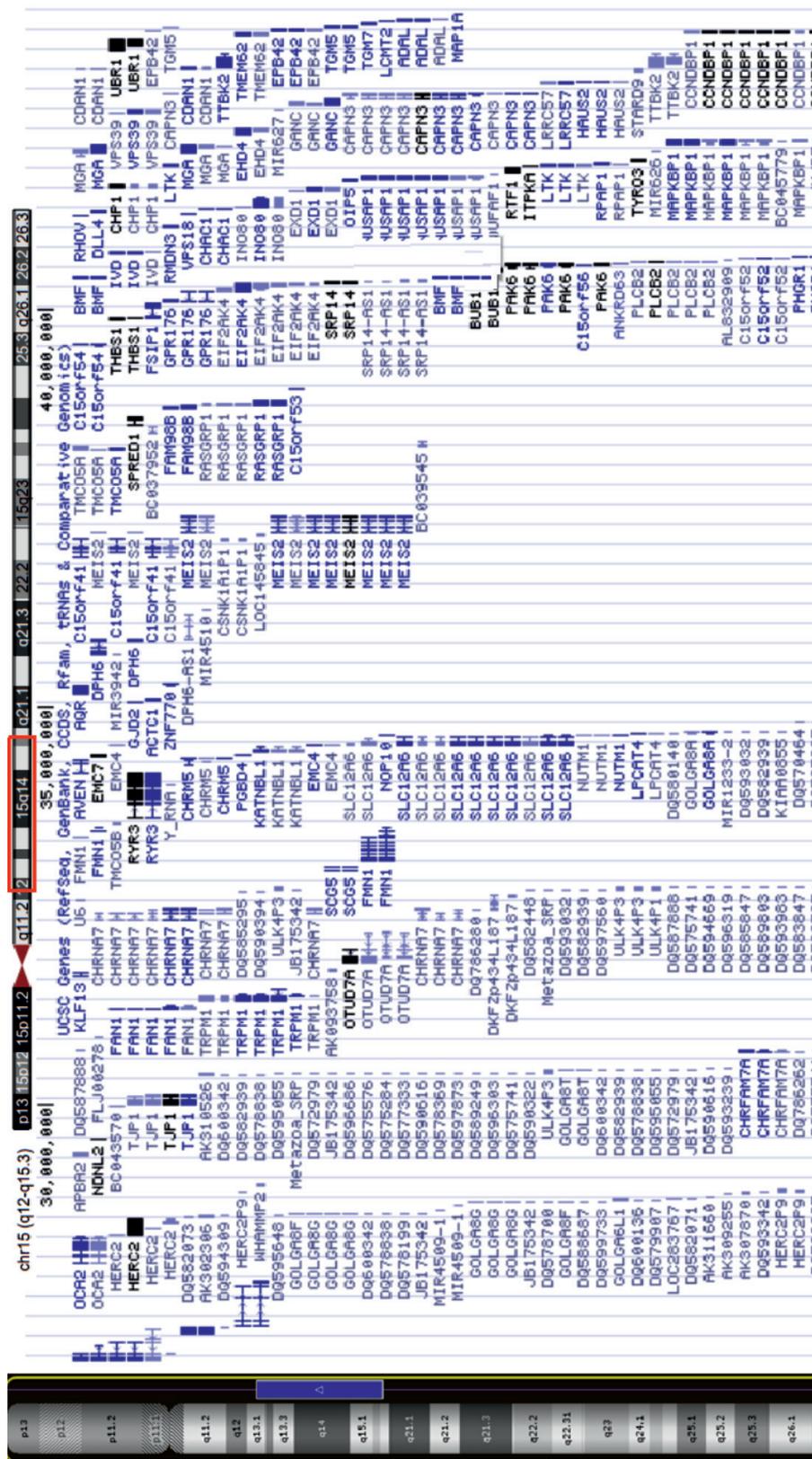
Рис. 2. Результаты молекулярного кариотипирования: CNV, обнаруженные у пробанда методом arrayCGH: трипликация 3q29 (520 пн), делеция 4q26 (651 пн), дупликация 15q12q15.3 (17 228 549 пн)

Биоинформатический (*in silico*) анализ

В дальнейшем был проведён биоинформатический анализ *in silico* для приоритизации генов, т.е. для установления корреляции обнаруженных хромосомных и геномных перестроек и фенотипа пробанда. При этом использовались базы данных NCBI, OMIM, BioGps. В области дупликации хромосомы 15 локализовано 156 генов согласно UCSC Genome Browser (GRCh37/hg19) (рис. 3). Для дальнейшего анализа влияния отдельных генов, локализованных

в области дупликации, на фенотипические проявления, обнаруженные у пробанда, мы обратились к литературным источникам [11–13], провели анализ схожих случаев [14–16] и биоинформатический анализ *in silico*, направленный на приоритизацию генов и процессов-кандидатов.

Биоинформатический анализ участка дупликации 15q с приоритизацией генов, затронутых выявленными у пробанда хромосомными аномалиями, позволил выделить 82 гена, возможно, ассоциированных с патологическими проявлениями у пробанда.



156 генов (82 индексированы в Online Mendelian Inheritance in Man)

Рис. 3. Схематическое изображение дупликации хромосомы 15, обнаруженной с помощью молекулярного картирования, со списком генов, локализованных в этом участке

АНАЛИЗИРУЕМЫЕ ГЕНЫ

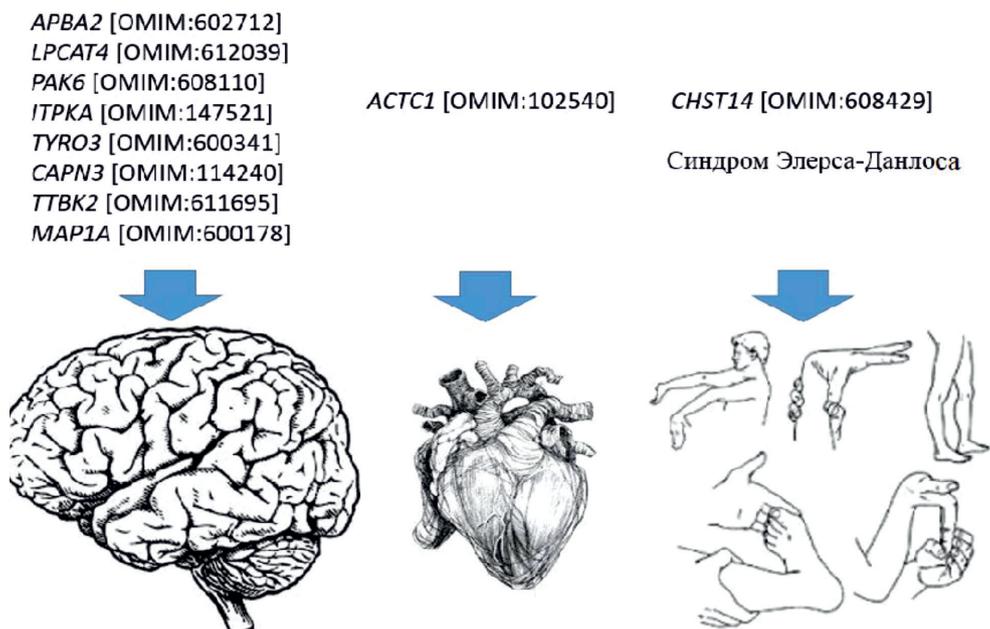


Рис. 4. Гены, расположенные в участках, затронутых аномалиями хромосом, и выделенные после приоритизации (стрелками указаны поражённые органы, ассоциированные с этими генами)

По данным литературы, ранее не было описано подобной дупликации в участке с такими точками разрыва. В ходе анализа литературы были определены гены, нарушения в которых могут быть связаны с фенотипическими проявлениями у обследованного ребёнка. Один из дублированных генов, ген *CHST14*, ассоциирован с синдромом Элерса – Данлоса. У представленного ребёнка обнаружена недифференцированная дисплазия соединительной ткани, гипермобильность суставов, пролапс митрального клапана и вальгусная деформация стоп, и эти симптомы наблюдаются при данном синдроме (рис. 4) [17, 18].

Нарушения в гене *ACTC1* [OMIM:102540], по данным литературы, могут быть связаны с дефектом межпредсердной перегородки II типа и незаращением артериального протока, что и отмечено у пробанда [19, 20] (рис. 4). Среди 156 генов, согласно данным BioGps (GeneAtlas U133A), повышенная экспрессия в клетках головного мозга отмечена у 8 генов: *APBA2* [OMIM:602712], *LPCAT4* [OMIM:612039], *PAK6* [OMIM:608110], *ITPKA* [OMIM:147521], *TYRO3* [OMIM:600341], *CAPN3* [OMIM:114240], *TTBK2* [OMIM:611695], *MAP1A* [OMIM:600178] (рис. 4).

На рис. 4 указаны основные гены, возможно ассоциированные с фенотипическими проявлениями у пробанда. В левой

части схемы – гены, связанные с нарушениями психики; в средней части – ген, при аномалиях которого возможны нарушения сердечно-сосудистой системы; справа – ген, влияющий на формирование соединительнотканых аномалий и синдрома Элерса – Данлоса.

Кумулятивный эффект изменения числа копий последовательностей ДНК данных генов-кандидатов с повышенным уровнем экспрессии в клетках головного мозга может негативно сказываться на развитии и функционировании головного мозга и всей центральной нервной системы, приводя, таким образом, к развитию патологических проявлений, описанных у пробанда.

В достаточно широком спектре различных численных и структурных аномалий хромосом значительное место занимают дупликации и трипликации хромосом. Клинические признаки при дупликациях и трипликациях сильно варьируют и зависят прежде всего от того, в какой хромосоме произошла перестройка и какие гены этой перестройкой затронуты. В целом при сравнении с другими видами хромосомных аномалий (делеции, несбалансированные транслокации, кольцевые хромосомы и др.) чаще всего патологические проявления при дупликациях бывают умеренной тяжести. Данный случай необычен тем,

что при относительно больших размерах дупликации (более 17 млн пн) тяжесть клинических признаков не слишком велика, а также своеобразием симптомокомплекса (парциальный дефект психики, врождённый порок сердца, энурез и энкопрез днём, соединительнотканые нарушения). Результаты проведённых цитогенетических и молекулярно-цитогенетических исследований у данного пациента позволили корректно провести генетическое консультирование этой семьи и дать прогноз развития ребёнка, который после проведения соответствующего комплексного лечения практически не испытывает проблем с произвольным регулированием естественных потребностей, посещает общеобразовательную школу.

Заключение

Крупные геномные аномалии обнаруживаются у 25% детей с умственной отсталостью и/или аутизмом. Обычно такие перестройки выявляют классическим кариотипированием, которое является «золотым стандартом» в цитогенетике, но этот метод анализа генома не удовлетворяет запросы генетической диагностики, так как цитогенетическая технология ограничена разрешающей способностью, а дефекты генома могут быть невелики размером. Поэтому на нынешнем уровне развития генетической диагностики необходимо использование современных молекулярно-цитогенетических методов. Кроме того, внедрение современных высокотехнологичных методов исследований (arrayCGH, FISH и др.) позволяет изучать геном с гораздо более высоким уровнем разрешения, что даёт исследователям возможность находить дополнительно те перестройки, которые, несмотря на их малый размер, могут быть основным фактором различных патологических состояний, в том числе нарушения психики. Важно отметить, что молекулярно-цитогенетические методы, особенно такие, как arrayCGH, дают исследователю огромные объёмы данных, требующих интерпретации, что невозможно без биоинформатического анализа *in silico* с привлечением специфических баз данных для приоритизации обнаруженных генов и генов (геномных) сетей, что позволяет определить каскады процессов, приводящих к патологическим проявлениям, и, в отдельных случаях, предложить возможную персонализированную терапию на основе знаний о механизме возникновения тех или иных нарушений. Персонализированная терапия достоверно увеличивает качество и продолжительность жизни па-

циентов с различными генетическими аномалиями, а также качество жизни семей с такими детьми. Кроме того, применение современных методов генетической диагностики с привлечением специфических биоинформатических подходов к анализу генома позволит корректно проводить медико-генетическое консультирование. Результаты подобных исследований позволяют понять процессы взаимодействия генов в геномных кластерах и сетях.

Работа поддержана грантами Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 17-04-01366А и №16-54-76016 ЭРА_а) и программой фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные исследования для разработки биологических технологий» (ФИМТ) (проекта № ФИМТ-2014-235).

Список литературы

1. Юров И.Ю., Ворсанова С.Г., Юров Ю.Б. Геномные и хромосомные болезни центральной нервной системы: молекулярные и цитогенетические аспекты. – М.: МЕДПРАКТИКА, 2014. – 384 с.
2. Ворсанова С.Г., Юров И.Ю., Куринная О.С. и др. Геномные аномалии у детей с умственной отсталостью и аутизмом: использование технологии сравнительной геномной гибридизации на хромосомах *in situ* (HR CGH) и молекулярного кариотипирования на ДНК-микроматрицах (arrayCGH) // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2013. – Т. 113, № 8. – С. 46–49.
3. Юров И.Ю., Ворсанова С.Г., Юров Ю.Б. Современные достижения в молекулярно-цитогенетической диагностике наследственных болезней // Клиническая лабораторная диагностика. – 2005. – № 11. – С. 21–29.
4. Vorsanova S.G., Yurov Y.B., Iourov I.Y. Neurogenomic pathway of autism spectrum disorders: linking germline and somatic mutations to genetic-environmental interactions // Current Bioinformatics. – 2017. – Т. 12, № 1. – С. 19–26.
5. Новосёлова О.Г., Каркашадзе Г.А., Журкова Н.В. и др. Перспективы диагностики расстройств аутистического спектра у детей // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – Т. 13, № 3. – С. 1–8.
6. Юров И.Ю., Ворсанова С.Г., Коростелев С.А. и др. Структурные вариации генома при аутистических расстройствах с умственной отсталостью // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2016. – Т. 116, № 7. – С. 50–54.
7. Dhar S.U., del Gaudio D., German J.R. et al. 22q13.3 deletion syndrome: clinical and molecular analysis using array CGH // American Journal of Medical Genetics Part A. – 2010. – Vol. 152, № 3. – P. 573–581.
8. Waltereit R., Banaschewski T., Meyer-Lindberg A., Poustka L. Interaction of neurodevelopmental pathways and synaptic plasticity in mental retardation, autism spectrum disorder and schizophrenia: implications for psychiatry // World Journal Biological Psychiatry. – 2014. – Vol. 15, № 7. – P. 507–516.
9. Schaeffer A.J., Chung J., Heretis K. et al. Comparative genomic hybridization-array analysis enhances the detection of aneuploidies and submicroscopic imbalances in spontaneous miscarriages // The American Journal of Human Genetics. – 2004. – Vol. 74, № 6. – P. 1168–1174.
10. Iourov I.Y., Vorsanova S.G., Yurov Y.B. In silico molecular cytogenetics: a bioinformatic approach to prioritization of candidate genes and copy number variations for basic and clinical genome research // Molecular Cytogenetics. – 2014. – Vol. 7, № 1. – P. 98.

11. Simon E.W., Haas-Givler B., Finucane B. A longitudinal follow-up study of autistic symptoms in children and adults with duplications of 15q11-13 // *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*. – 2010. – Vol. 153, № 2. – P. 463–467.
12. Conant K.D., Finucane B., Cleary N. et al. A survey of seizures and current treatments in 15q duplication syndrome // *Epilepsia*. – 2014. – Vol. 55, № 3. – P. 396–402.
13. Ludowese C.J. Thompson K.J., Sekhon G.S., Pauli R.M. Absence of predictable phenotypic expression in proximal 15q duplications // *Clinical Genetics*. – 1991. – Vol. 40, № 3. – P. 194–201.
14. Urraca N., Cleary J., Brewer V. et al. The interstitial duplication 15q11. 2-q13 syndrome includes autism, mild facial anomalies and a characteristic EEG signature // *Autism Research*. – 2013. – Vol. 6, № 4. – P. 268–279.
15. Piard J., Philippe C., Marvier M. et al. Clinical and molecular characterization of a large family with an interstitial 15q11q13 duplication // *American Journal of Medical Genetics Part A*. – 2010. – Vol. 152, № 8. – P. 1933–1941.
16. Boronat S., Mehan W.A., Shaaya E.A. et al. Hippocampal abnormalities in magnetic resonance imaging (MRI) of 15q duplication syndromes // *Journal of Child Neurology*. – 2015. – Vol. 30, № 3. – P. 333–338.
17. Malfait F., Syx D., Vlummens P. et al. Musculocontractural Ehlers-Danlos syndrome (former EDS type VIB) and adducted thumb clubfoot syndrome (ATCS) represent a single clinical entity caused by mutations in the dermatan-4-sulfotransferase 1 encoding CHST14 gene // *Human Mutation*. – 2010. – Vol. 31, № 11. – P. 1233–1239.
18. De Paepe A., Malfait F. The Ehlers–Danlos syndrome, a disorder with many faces // *Clinical Genetics*. – 2012. – Vol. 82, № 1. – P. 1–11.
19. Khodyuchenko T., Zlotina A., Pervunina T. et al. Congenital heart defects are rarely caused by mutations in cardiac and smooth muscle actin genes // *BioMed Research International*. – 2015. – Vol. 2015. – P. 1–3.
20. Li X., Xia H., Wang D. et al. The ultrasonic microsurgical anatomical comparative study of the CHD fetuses and their clinical significance // *BioMed Research International*. – 2015. – Vol. 2015. – P. 1–10.

УДК 615.036.8:616.379-008.64

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «МЕТФОРМИН» В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

¹Муракова Г.Р., ²Родина О.П., ²Моисеева И.Я., ²Водопьянова О.А., ²Панина Е.С.

¹ГБУЗ «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко»,
Пенза, e-mail: burdenko@e-pen.ru;

²ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза,
e-mail: rodina.olesya2010@yandex.ru

Изучен опыт практического применения препарата «Метформин» в лечении пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Оценена эффективность данного препарата в лечении пациентов с впервые выявленным сахарным диабетом и сахарным диабетом, некомпенсирующимся препаратами сульфаниламочевин. Все пациенты, участвовавшие в исследовании, страдали ожирением. Влияние на показатели углеводного обмена изучалось с помощью определения уровня глюкозы натощак, постпрандиальной гликемии и гликилизированного гемоглобина. Динамику липидного обмена оценивали по изменению индекса массы тела, концентрации общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности и триглицеридов. Во всех группах больных терапия метформином была ассоциирована со значительным снижением уровня HbA1c, триглицеридов, общего холестерина и холестерина ЛПНП. Обнаружена большая эффективность метформина в качестве стартовой терапии сахарного диабета. Преодоление инсулинорезистентности и уменьшение уровня гликемии у больных СД 2 типа с ожирением, получавших предшествующее лечение секретагогами, требовало назначения более высоких суточных доз метформина. Наблюдалось дозозависимое снижение уровней как глюкозы плазмы натощак, так и HbA1c при дозах от 500 до 2000 мг/сут. Оптимальной для контроля гликемии дозой оказалась доза метформина, равная 2000 мг/сут.

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, гипергликемия, ожирение, метформин

EXPERIENCE OF PRACTICAL USING OF «METFORMIN» FOR PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

¹Murakova G.R., ²Rodina O.P., ²Moiseeva I.Ya., ²Vodopyanova O.A., ²Panina E.S.

¹State Health Care Establishment «Regional Hospital by N.N. Burdenko» Penza, e-mail: burdenko@e-pen.ru;

²Penza State University, Penza, e-mail: rodina.olesya2010@yandex.ru

The experience of practical use of the drug «Metformin» in the treatment of patients with type 2 diabetes mellitus was studied. The efficacy of this drug in the treatment of patients with newly diagnosed diabetes mellitus and diabetes mellitus, uncompensated sulfanyurea preparations was evaluated. All patients who participated in the study were obese. Influence on the parameters of carbohydrate metabolism was studied by determining the fasting glucose level, postprandial glycemia and glycosylated hemoglobin. Dynamics of lipid metabolism was assessed by changes in body mass index, concentration of total cholesterol, high and low density lipoproteins and triglycerides. In all groups of patients, metformin therapy was associated with a significant decrease in the levels of HbA1c, triglycerides, total cholesterol and LDL cholesterol. Metformin has been shown to be of great efficacy as a starting therapy for diabetes mellitus. Overcoming insulin resistance and reducing the level of glycemia in patients with type 2 diabetes with obesity, who received previous treatment with secretion, was required the appointment of higher daily doses of metformin. There was a dose-dependent decrease in plasma fasting glucose levels and HbA1c at doses from 500 to 2000 mg / day. The optimal dose for the control of glycemia was a dose of metformin equal to 2000 mg/day.

Keywords: type 2 diabetes mellitus, hyperglycemia, obesity, metformin

Количество пациентов, страдающих сахарным диабетом (СД) 2 типа, в настоящее время не только не имеет тенденции к снижению, но и стремительно увеличивается. Так, за последние 10 лет распространенность данного заболевания в мире выросла более чем в 2 раза и к концу 2015 г. составила 415 млн человек. По прогнозам Международной федерации диабета, к 2030 г. число больных может увеличиться до 592 млн, к 2040 г. – до 642 млн чел. Среди случаев сахарного диабета 2 типа составляет около 90 % заболеваемости.

На 31.12.2016 г. в России в систему онлайн-регистра включено 79 регионов. Согласно данным Федерального регистра

СД, общая численность пациентов с СД на 31.12.2016 г. составила 4,348 млн человек (2,97% населения РФ), из них: 92% (4 млн) – СД 2 типа, 6% (255 тыс.) – СД 1 типа и 2% (75 тыс.) – другие типы СД [1; 2].

На территории Пензенской области на 01.07.2017 г. зарегистрировано 45773 больных сахарным диабетом, из них страдающих СД 2 типа – 42059 человек.

Главная цель терапии СД – нормализация уровня гликемии. Кроме того, данные, полученные в результате многочисленных клинических исследований, демонстрируют, что помимо влияния на уровень глюкозы плазмы крови, эффективными способами профилактики прогрессирования заболева-

ния является снижение артериального давления, уровня липидов крови, особенно при СД 2 типа или изменении толерантности к глюкозе. Данный факт связан с тем, что СД типа 2 является частью метаболического синдрома, сочетающего в себе резистентность к инсулину, нарушение липидного, пуринового обмена, артериальную гипертензию.

Таким образом, фармакотерапия СД типа 2 заключается в постепенной нормализации гликемии, липидного спектра и артериального давления [3; 4].

Препаратом выбора для стартовой терапии СД 2 типа является метформин, снижающий инсулинорезистентность тканей, а также вызывающий ряд благоприятных сердечно-сосудистых и метаболических эффектов. В частности, признавая роль свободнорадикального окисления липидов в патогенезе различных заболеваний, хочется отметить влияние метформина на некоторые процессы перекисного окисления липидов и антиоксидантную систему [5; 6]. Результаты многочисленных экспериментальных и клинических исследований продемонстрировали дополнительные терапевтические эффекты метформина, что позволило расширить показания к его назначению [7–9].

Сегодня метформин является обязательным компонентом терапии СД 2 типа на всех стадиях развития заболевания [10]. Согласно «Алгоритмам специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом» метформин – препарат первого ряда для терапии СД 2 типа [1, 2].

Цель исследования

Целью настоящей работы явилось изучение эффективности и безопасности препарата «Метформин» (ПАО «Биосинтез», г. Пенза, Россия) у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

Материалы и методы исследования

Ретроспективное описательное исследование проведено на базе медицинского эндокринологического центра ГБУЗ «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко» с марта по июль 2017 г. (период набора материала март – июль 2017 г).

Изучены амбулаторные карты больных с сахарным диабетом 2 типа, получивших лечение метформин (ПАО «Биосинтез», г. Пенза, Россия). Исследуемые пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от длительности заболевания.

В первую группу вошли 30 больных с впервые выявленным СД 2 типа.

Во вторую группу вошли 30 пациентов СД 2 типа, которые имели диабет в течение $3,7 \pm 1,3$ лет и принимали пероральные сахароснижающие препараты, производные сульфонилмочевины.

Пациентам обеих групп коррекция липидного обмена не проводилась. Все больные получали антигипертензивную терапию для коррекции повышенного артериального давления. Никто из пациентов не курил. Всем больным, кроме фармакотерапии, были даны рекомендации по рациональному питанию с уменьшением калорийности пищи и увеличению дозированных физических нагрузок. Все пациенты прошли обучение в школе диабета на базе медицинского эндокринологического центра ГБУЗ «Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко».

Критериями включения в исследование стали:

- монотерапия метформин или в качестве дополнения к производным сульфонилмочевины;

- возраст от 45 до 60 лет;

- ИМТ 30 кг/м^2 и выше.

Критериями исключения из исследования были:

- сахарный диабет 1 типа;

- ХБП с нарушением скорости клубочковой фильтрации по $\text{SKD-EPI} < 45 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$;

- острый или хронический метаболический ацидоз, включая диабетический кетоацидоз;

- клинически значимое активное заболевание печени или ослабленная функция печени, определяемая уровнем АСТ/АЛТ $> 2,5$ раза выше верхней границы нормальных значений;

- ОКС или ОНМК в анамнезе;

- гипокортицизм и гипотиреоз.

Все пациенты проходили обследование в амбулаторных условиях.

До назначения метформина всем пациентам проводили антропометрические обследования: измеряли массу тела, рост, окружность талии, окружность бедер. Степень ожирения оценивали, рассчитывая индекс массы тела с использованием классификации ожирения ВОЗ (1997 г.). Тип ожирения определяли с помощью измерения окружности талии и бедер и расчета антропометрического показателя, показывающего соотношение окружности талии и окружности бедер. Окружность талии измеряли, на середине расстояния между нижним краем грудной клетки и гребнем подвздошной кости по средне-подмышечной линии в положении пациента стоя, окружность бедер – в самой широкой их области на уровне большого вертела. Ожирение считали абдоминальным, если у женщин величина соотношения окружности талии и окружности бедер была более 0,85, у мужчин – более 1,0.

Исследование липидного профиля проводили, определяя в сыворотке крови пациента концентрации общего холестерина (ХС), триглицеридов (ТГ), липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) и липопротеидов низкой плотности ХС ЛПНП.

Для диагностики СД использовали критерии экспертной группы ВОЗ (1999–2013): гликемия натощак $\geq 6,1 \text{ ммоль/л}$, или через 2 часа после ПГТГ $\geq 11,1 \text{ ммоль/л}$, или случайное определение $\geq 11,1 \text{ ммоль/л}$. Уровень гликозилированного гемоглобина (HbA1c) определяли с использованием метода, сертифицированного в соответствии с National Glycohemoglobin Standardization Program (NGSP) и стандартизованного в соответствии с референсными значениями, принятыми в Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) [1]. Целевые значения, принятые для пациентов обеих групп, составили $\text{HbA1c} < 7\%$.

Анализировались данные, полученные при первичном осмотре, через 4, 8 недель и через 3 месяца,

после начала применения метформина. Статистическая обработка данных производилась с помощью программы статистической обработки данных «Био-стат», данные представлены в виде $M \pm m$ и относительных величин (%). Величина допустимого уровня значимости была принята $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Первая группа пациентов включала 30 пациентов с впервые выявленным сахарным диабетом 2 типа, средний возраст которых составил $53,2 \pm 6$ лет. Среди них 83,3% (25 человек) было женщин, и 16,6% (5 человек) – мужчин.

Средний возраст больных второй группы составил $55,1 \pm 3,5$ лет. Среди них 80% (24 человека) представлено женщинами и 20% (6 человек) – мужчинами.

Было выявлено, что у 40% (12 человек) из первой группы и 26,6% (8 человек) из второй отмечался СД 2 типа у одного из родителей.

У пациентов обеих групп не было достижения индивидуализированных целей терапии (гликемии натощак, постпрандиальной гликемии, HbA1c).

У всех пациентов был лишний вес (абдоминальное ожирение I–III степени), а также выявлялись гиперхолестеринемия и дислипидемия (табл. 1).

Пациентам первой группы была назначена монотерапия метформином по 500 мг 1 раз в сутки перед сном с последующей корректировкой дозы в зависимости от пре- и постпрандиального уровня глюкозы плазмы. Целевыми цифрами компенсации гликемии считали уровень глюкозы натощак до 7 ммоль/л, постпрандиальный уровень – до 9,0 ммоль/л [1]. Через 4 недели после начала терапии компенсация гликемии натощак была достигнута у 10 пациентов (33,3%), при приёме метформина в дозе 1000 мг в сутки. Уменьшение веса больных составило в среднем 1,5 кг. В случае недостижения компенсации доза была увеличена до 2000 мг в сутки. Повышенная дозировка способствовала снижению уровня гликемии в течение последующих 8 недель.

Пациентам второй группы была назначена схема комбинированной с производными сульфонилмочевины терапии. Через 4 недели целевые цифры гликемии натощак были достигнуты у 40% (12 человек) при назначении 1500–2000 мг метформина. У 56% (15 человек) больных данной группы наблюдалось уменьшение гликемии натощак (табл. 2). Пациентам, не достигшим цели, доза была увеличена до 2500–3000 мг в сутки, что также постепенно снизило уровень гликемии в течение последующих 8 недель до целевых значений (табл. 2).

Таблица 1

Показатели углеводного и липидного обмена у больных СД 2 типа до начала терапии

Наименование критерия	Первая группа (n = 30)	Вторая группа (n = 30)
ИМТ, кг/м ²	33, ± 2,1	35,1 ± 2,7
Гликемия натощак, ммоль/л	8,22 ± 0,5	9,89 ± 0,31
Постпрандиальная гликемия, ммоль/л	10,92 ± 0,97	11,93 ± 0,88
HbA1c %	8,33 ± 0,92	8,91 ± 1,11
ОТ/ОБ	1,1 ± 0,3	1,2 ± 0,1
ХС, ммоль/л	6,5 ± 0,7	7,1 ± 0,9
ТГ, ммоль/л	3,1 ± 0,6	3,4 ± 0,4
ЛПВП, ммоль/л	1,2 ± 0,5	2,9 ± 0,5
ЛПНП, ммоль/л	4,1 ± 0,7	5,7 ± 0,4

Таблица 2

Оценка нарушений углеводного обмена до начала терапии и через 3 месяца применения метформина

Наименование критерия	До начала терапии		Через 3 месяца применения метформина	
	Первая группа	Вторая группа	Первая группа	Вторая группа
Гликемия натощак, ммоль/л	8,2 ± 0,5	9,9 ± 0,3	5,3 ± 0,7*	7,0 ± 0,8*
Постпрандиальная гликемия, ммоль/л	10,9 ± 0,9	11,9 ± 0,7	8,1 ± 0,6*	9,1 ± 0,9*
HbA1c %	8,3 ± 0,9	8,9 ± 1,1	7,1 ± 0,5*	7,8 ± 0,9*

Примечание. * – статистическая значимость $p < 0,05$.

Таблица 3

Оценка нарушений липидного спектра до начала терапии и через 3 месяца применения метформина

Наименование критерия	До начала терапии		Через 3 месяца применения метформина	
	Первая группа	Вторая группа	Первая группа	Вторая группа
ИМТ, кг/м ²	33,6 ± 2,1	35,1 ± 2,7	31,1 ± 1,2*	34,7 ± 3,1
Общий холестерин, ммоль/л	6,5 ± 0,7	7,1 ± 0,9	5,7 ± 0,5*	6,5 ± 0,8*
ЛПВП, ммоль/л	1,2 ± 0,5	2,9 ± 0,5	1,5 ± 0,4*	2,2 ± 0,3*
ЛПНП, ммоль/л	4,1 ± 0,7	5,7 ± 0,4	3,8 ± 0,7*	4,6 ± 0,8
ТГ, ммоль/л	3,1 ± 0,6	3,4 ± 0,4	2,4 ± 0,5*	2,8 ± 0,6

Примечание. * – статистическая значимость $p < 0,05$.

Таким образом, при применении метформина на протяжении 3 месяцев у больных СД 2 типа отмечается статистически значимая тенденция к снижению уровня гипергликемии натощак и после еды. Нормализация показателей углеводного обмена происходила наряду с улучшениями липидного спектра (табл. 3).

Снижение уровня ТГ, общего ХС, ЛПОНП вместе с уменьшением массы тела в течение двух месяцев лечения происходило быстрее у пациентов 1 группы ($p < 0,05$).

Таким образом, метформин у больных СД 2 типа с ожирением продемонстрировал эффективность его действия как при лечении впервые выявленного диабета в качестве монотерапии, так и при сочетании с производными сульфонилмочевины.

На фоне терапии побочных эффектов у пациентов обеих групп не зарегистрировано, что может быть связано с небольшой начальной дозой препарата (500 мг в сутки) с последующей неагрессивной титрацией.

Выводы

1. Монотерапия метформином у больных с впервые выявленным СД 2 типа компенсация гликемии происходила быстрее наряду с положительными изменениями липидного обмена и снижением массы тела по сравнению с пациентами, имеющими стаж сахарного диабета.

2. Больные СД 2 типа с ожирением, принимавшие ранее препараты сульфонилмочевины, требовали назначения более высоких суточных доз метформина.

3. Отмечалось дозозависимое снижение уровней как глюкозы плазмы натощак, так и НвА1с при дозах метформина от 500 до 2000 мг/сут. Доза метформина, равная

2000 мг/сут, представлялась оптимальной для контроля гликемии.

4. Фармакотерапия метформином продемонстрировала значительное снижение уровней НвА1с, триглицеридов, общего холестерина и холестерина ЛПНП.

Список литературы

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом (8-й выпуск) / под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова // Сахарный диабет. – 2017. – № 1 (приложение). – 112 с.
2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Аметов А.С., и др. Инициация и интенсификация сахароснижающей терапии у больных сахарным диабетом 2 типа: обновление консенсуса совета экспертов Российской ассоциации эндокринологов (2015 г.) // Сахарный диабет. – 2015. – № 1. – С. 4–22.
3. Бутрова С.А. Метаболический синдром. В кн.: Ожирение / Под ред. И.И. Дедова и Г.А. Мельниченко. – М., 2004. – С. 44–79.
4. Демикова Н.В. Адаптированная схема применения метформина у больных сахарным диабетом 2 типа с ожирением // Научные ведомости БелГУ. Медицина. Фармация. – 2015. – № 16. – С. 47–51.
5. Сорокина Ю.А. Фармакогенетические аспекты эффективности метформина при сахарном диабете 2 типа: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2016. – 25 с.
6. Родина О.П., Моисеева И.Я. Фармакокоррекция изменений липидного гомеостаза при стрессовом ulcerogenezе (статья) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2008. – № 1. – С. 18–33.
7. Демидова Т.Ю., Дроздова И.Н., Метформин: новые преимущества в свете доказательной медицины // Эффективная фармакотерапия. Эндокринология. – 2015. – № 3 (28). – С. 32–36.
8. Мамедов М.Н., Ковригина М.Н., Поддубская Е.А. Метформин – единственный препарат для одновременной профилактики осложнений сахарного диабета и сердечно-сосудистых заболеваний // Эффективная фармакотерапия. Кардиология и ангиология. – 2011. – № 1. – С. 60–62.
9. Мкртумян А.М., Бирюкова Е.В., Маркина Н.В., Гарбузова М.А. Уникальные эффекты метформина в лечении метаболического синдрома // РМЖ. – 2009. – № 10. – С. 692.
10. Смирнова О.М. Место метформина в современном лечении и профилактике сахарного диабета 2 типа // Сахарный диабет. – 2010. – № 3. – С. 83–92.

УДК 616.71-053-007.234

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ОСТЕОПОРОЗА В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ И ЕГО РАННЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ**Положаева И.В., Алиякпаров М.Т.***Карагандинский государственный медицинский университет, Караганда, e-mail: Ineet@mail.ru*

Проведя литературный обзор, можно сказать, что студенты и молодежь составляют значительную часть активного трудоспособного населения. Это, конечно же, будущий экономический, трудовой, оборонный и культурный потенциал нашего государства и нации. Охрана здоровья подрастающего поколения – важная государственная задача, так как фундамент здоровья взрослого населения страны. По данным многочисленных исследований наиболее распространенным заболеванием костной ткани, и соответственно, основной причиной возникновения «хрупких» переломов является остеопороз (ОП). Согласно данным ВОЗ, уже сегодня остеопороз стоит на третьем месте после сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета в списке самых главных медико-социальных проблем современности. Одной из причин роста заболеваемости остеопорозом у взрослых является остеопения в детском возрасте. Актуальность проблемы ОП в медицинской практике определяется тем, что прогрессивное увеличение числа больных остеопорозом в популяции происходит не только за счет увеличения длительности жизни у населения, но и вследствие «омоложения» заболевания. Что еще раз показывает надобность ранней диагностики заболевания самым современным и безопасным методом. Анализируя литературные источники об истории возникновения всех используемых когда-либо методов, опираясь на их плюсы и минусы, методом выбора для исследования пациентов в молодом возрасте явилась ультразвуковая денситометрия, превосходя остальные прежде всего своей новизной, безопасностью, неинвазивностью, информативностью, точностью, доступностью и быстротой диагностики.

Ключевые слова: остеопороз, остеопения, остеометрия, ультразвуковая денситометрия, минеральная плотность костной ткани (МПКТ)

THE URGENCY OF THE PROBLEM OF OSTEOPOROSIS AT A YOUNG AGE AND ITS EARLY MODERN DIAGNOSIS**Polozhaeva I.V., Aliyakparov M.T.***Karaganda State Medical University, Karaganda, e-mail: Ineet@mail.ru*

Having conducted a literary review, the data says that students and youth make up a significant part of the active working-age population. This is the future economic, labor, defensive and cultural potential of our State and nation. Health care of the younger generation is an important aim of the State, as it is the foundation for the health of the adult population of the country. According to numerous research, the most common bone tissue disease, and consequently, the main reason of «fragile» fractures is osteoporosis. According to WHO, osteoporosis is already on the third place after cardiovascular diseases and diabetes in the list of the most important medical and social problems of our times. One of the reasons for the increase in osteoporosis incidence in adults is osteopenia in childhood. The urgency of the problem of osteoporosis in the medical practice is determined by the fact that the progressive increase in the number of patients with osteoporosis in the population is not only due to the increase in life expectancy of the population, but also as a result of «rejuvenation» of the disease. Early diagnosis of the disease by the latest and safest method is necessary. Analyzing literary sources about the history of origin of all methods ever used, basing on their advantages and disadvantages, the method of choice for examination of patients at a young age was an ultrasound densitometry, surpassing all other methods primarily by its novelty, safety, non-invasiveness, information value, accuracy, availability and speed of diagnosis.

Keywords: osteoporosis, osteopenia, osteometry, ultrasonic densitometry, bone mineral density (BMD)

Остеопороз (ОП) – это прогрессирующее заболевание скелета метаболического характера, при котором отмечается системная потеря костной массы с нарушением его строения, разнящаяся с возрастной и половой нормой, ведущая за собой снижение физической прочности кости и возникновение риска развития переломов даже при незначительной травматизации. Все это ведет за собой к снижению качества жизни, ранней инвалидности и в некоторых случаях даже смертности [1]. Например, травмы позвоночника занимают 10–26% от всех костно-суставных повреждений. Из них более чем 50% случаев приводят к инвалидности, ко-

торая в свою очередь занимает 4,9–18,7% от всех причин первичной инвалидизации.

До конца прошлого века остеопороз (ОП) не был известен как нозология. Хотя уже в те времена, в искусстве Древнего Китая, Греции можно было описать внешние признаки ОП, это подтверждалось и в костных изменениях найденных североамериканских индейцев 2000 лет до нашей эры. Первые патологоанатомические описания остеопороза принадлежат Н. Gerth, 1930 г. и G. Schmorl, 1931 г. Остеопороз становится заболеванием известным благодаря работам американского ученого – основоположника клинической остеологии – Fuller Albright

1984 г., который обосновал важность процессов образования и резорбции костной ткани (метаболизма кости), изменяющиеся при ОП.

В современном мире данная проблема, именуемая «молчаливой эпидемией 21 века», с каждым годом стоит все острее и острее в медицине, занимая позиции проблемы человечества, как в медико-социальном, так и в экономическом развитии, за счет чрезвычайно высокой стоимости лечения остеопоротических переломов и последующих реабилитаций, которая очень выражен сказывается на здравоохранении страны. У данного заболевания нет нации, оно атакует всех независимо от этнических параметров. Уже сегодня по данным ВОЗ остеопороз стоит на третьем месте после сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета. Он выявлен у 75 миллионов людей в странах США, Европы и Японии [2]. Каждая третья женщина в возрасте 75 лет страдает данной патологией. Растет количество лиц с данной патологией за счет разных возрастных групп. Ежедневно количество популяции увеличивается на 250 тысяч человек, по данным центра демографии и экологии человека. Из них самый распространенный возраст 60 лет, который на данный момент занимает, например, в России 20%. Несмотря на увеличение продолжительности жизни населения, частота возникновения ОП также увеличивается, за счет роста данного заболевания с возрастом [2]. Также предыдущие исследования, проведенные в Казахстане, показали, что уровень минеральной плотности костной ткани (МПКТ) у жителей РК ниже, чем у населения Европы и России идентичного пола и возраста. Например, МПКТ проксимального отдела бедренной кости и поясничного отдела позвоночника у казахстанца достоверно ниже, в среднем у женщины на 6,9% и 9,3%, у мужчин на 21,6% и 11,9%, чем у европейцев и россиян. Если сравнивать темпы возрастной потери плотности кости, здесь тоже отмечается более прогрессивное снижение у людей, проживающих в Казахстане, нежели у лиц других стран с разницей в 1,5–2 раза у женщин и в 2,5–3 у мужчин [3].

При остеопорозе нет четкой клиники, которая являлась бы характерной для данного заболевания. По факту имеются лишь уже возникшие переломы. Поэтому знание и учет всех факторов риска является одним из главных аспектов при диагностике, профилактике и определении тактики ведения больного [4]. Проведенный поиск и последующий анализ полученных данных за последние несколько лет показал нам опреде-

ленные факторы риска, которые влияют на развитие остеопороза и переломы, вызванные данными изменениями в костях. До сих пор они в полном объеме не изучены, но в настоящее время их отмечается достаточно большое количество, для обоснования выраженного внимания здравоохранения к данному «бичу» медицины. Определяют около 80 факторов, влияющих на минеральную плотность костной ткани, а как известно, уровень МПКТ является основным диагностическим критерием ОП, то есть это важный предиктор остеопоротических переломов [3].

Факторы, такие как географические, социально-экономические, однозначно влияют на плотность кости. В том числе это малоподвижный образ жизни, что можем отнести практически к большему проценту популяции, в связи с физической ленью, развитием технологий, упрощающих жизнь человека, наличием практически в каждой семье автомобиля, уменьшением количества пешеходных прогулок. При длительном, вынужденном ограничении мышечной динамики происходит расстройство трофики и минерального обмена, мышечная атрофия, декальцинация костей, гиперлитиаз, тромбоз вен. При постоянных же физических нагрузках, как было ранее доказано, степень потери минеральных солей снижена.

Другой фактор – это «природные» дефицитные состояния организма в солях кальция: относят сюда беременное состояние женщины, кормление грудью. Это лица репродуктивного возраста, которые занимают немалую и в то же время важную часть населения как демографический показатель страны [5].

Низкая масса тела, курение, алкоголь, что также в наше время является пропагандой среди молодежи в сфере современного стиля, навязываемые телевидением, модными тенденциями. Переломы в анамнезе, как множественные, так и единичные, длительное применение кортикостероидов, ревматоидный артрит, саркоидоз, цирроз печени, лейкоз, сахарный диабет, вибрационная болезнь [6].

Наследственность – семейный анамнез остеопороза, где отмечается более низкая МПКТ. Принято считать, что данные изменения связаны с низким пиком костной массы. Ретроспективный анализ показал, что при исследовании 34928 пациентов доказал связь между наличием в анамнезе переломов у родителей на фоне остеопороза. Например, при наличии перелома проксимального отдела бедра повышал риск переломов еще больше (ОР = 2,27,95%, ДИ 1,25; 1,88) [6, 7].

Возрастные изменения, переломы в анамнезе – один из главных факторов, при которых снижается способность организма правильно и адекватно реагировать на внутренние и внешние изменения. Неизбежные процессы, такие как старение ткани, нарушение трофики кости при атеросклерозе и уменьшение в костной ткани количества альбумина, является главной причиной в нарушении обмена кальция, так как альбумин необходим для транспорта данного минерала в кость и обратно [8].

Все вышеперечисленные воздействия, приводящие к развитию остеопороза, оказывают влияние на минеральную плотность костной ткани, которая в свою очередь имеет место быть как самостоятельная причина, приводящая к данному заболеванию. Общество часто воспринимает ОП как возрастную болезнь, удел пожилых лиц, что является глубочайшим заблуждением и ошибкой, которое расслабляет бдительность. Многочисленные исследования показывают, что проблема костной прочности закладывается еще в детском возрасте в период созревания организма, когда отмечается резкий скачок развития за короткий период времени, который напрямую зависит от генетических, гормональных изменений, алиментарных причин и хронических заболеваний. В свою очередь это нарушает правильное формирование и минерализацию костного скелета, которая активно набирает обороты роста к 18 годам (до 90%), достигая пиковой массы [9].

Пиковая костная масса определяется наивысшим значением показателей плотности скелета, после чего начинает отмечаться неизбежное возрастное и физиологическое снижение запасов кальция, что уже отмечается после 30 лет. Следовательно, остеопения в детском возрасте напрямую связана с великим риском появления остеопороза и переломов костей в последующем [10]. В связи с этим в последние годы в России отмечается повышение интереса к проблеме остеопороза у детей и подростков. По данным эпидемиологических исследований в РФ у 10–30% детского населения (в зависимости от возраста) практически здоровых российских детей выявлено снижение МПКТ [11].

Все это говорит о том, что глобализация ОП происходит не только за счет ежегодного увеличения пораженных лиц с учетом удлинения периода жизни, но и за счет «омоложения» заболевания [9, 11, 12].

В 2011 году в РК Казахской академией питания и Казахским национальным медицинским университетом им. С.Д. Асфендиярова было проведено скрининговое обследо-

вание населения методом ультразвуковой денситометрии, что показало выраженное снижение минеральной плотности кости 74,4% из них ОП составил 22,2%. По результатам Карагандинская область заняла второе место, уступая лишь Алматинской области. Изменениям МПКТ были подвержены как женщины, так и мужчины, но, к сожалению, возраст поражения женщин значительно помолодел, снижение показателей фиксировалось еще до установления менопаузы [13].

Несмотря на то, что к проблеме остеопороза привлечено внимание мировой медицинской общественности, несмотря на глобальность проблемы, многие вопросы нарушения костного метаболизма далеки от разрешения. Прежде всего, главную роль в решении различных проблем остеопороза принадлежит современной диагностике потери костной массы еще в молодом возрасте. Это становится возможным при условии использования не облучаемых, достаточно информативных, экономически доступных и необременительных в исполнении методов массового обследования населения для диагностики нарушения процессов становления костной ткани. В свою очередь это способствует профилактике ОП и, конечно же, снижению инвалидизации в будущем, то есть повышая коэффициент здоровья нации.

Определенную диагностическую ценность имеет метод костной денситометрии, позволяющий выявить изменение состояния минеральной плотности костной ткани (МПКТ) пораженной области в разные стадии заболевания. К данным методам относятся такие методы, как изотопная абсорбциометрия костей, двухфотонная рентгеновская абсорбциометрия, ультразвуковая денситометрия костей. Все они являются самыми чувствительными методами в ранней диагностики остеопороза.

Самый первый метод – изотопная абсорбциометрия костей (ИАК). Появился данный метод в 1970-е годы, использовался для оценки массы кости и минеральных ее веществ. Основным принципом работы данного метода было следующее: исследуемый участок скелета помещали между источником гамма-частиц ^{131}I , ^{153}Gd и детектором излучения, соединенным с компьютером. Где часть гамма-частиц поглощалась при прохождении через кость, по величине данного поглощения производился расчет плотности костной ткани и содержание в ней минеральных веществ. Главный и достаточно важный недостаток данного метода – это значительная лучевая нагрузка, которая составляла 50–500 Зв [14].

Двухфотонная рентгеновская абсорбциометрия (ДФА) – высокочувствительный метод. Он позволяет выявить потерю всего 2–3 % массы кости. В США и некоторых европейских странах двухфотонную рентгеновскую абсорбциометрию используют для массовых обследований женщин в постменопаузе для ранней диагностики остеопороза [14]. Данный метод способен количественно оценить степень ослабления потока фотонов после прохождения через костную или мягкие ткани. Здесь используется радионуклеид ^{153}Gd или два радионуклеида, которые излучают фотоны с энергией отличных друг от друга 44 и 100кэВ. По пути сканирования происходит последовательное вычисление плотности кости. В итоге происходит оценка костной ткани, которая повлияла на ослабление потока фотона и сравнение со стандартами. Главными объектами для исследования являются проксимальный отдел бедренной кости и поясничный отдел позвоночника. Например, для исследования поясничного отдела затрачивается 30 минут с погрешностью данных МПКТ 2–4 %, бедренной кости 30–45 минут, где погрешность составит 4 %. Преимуществами данного метода можно считать возможность количественной оценки МПКТ тех частей скелета, которые окружены большим количеством мягких тканей, где потребуются 60 минут. Однако ДФА имеет ряд ограничений, одно из которых – высокая стоимость исследования. Погрешность метода ограничивает его применение для оценки динамики МПКТ.

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) – современный метод оценки МПКТ приходит в 1990-е годы, метод идентичен ДФА, но в данном случае не используется радиоактивный изотоп, а предпочтение отдается рентгеновской трубке. Исследуемая область – дистальные участки лучевой и плечевой костей, а также пяточная кость. Рентгеновская трубка создает поток фотонов с большей интенсивностью, которые в дальнейшем не нуждаются в постоянной корректировке. В итоге в сравнении с ДФА при данном исследовании время сканирования уменьшается до 20 минут, точность исследования увеличивается, допустимая погрешность составляет 0,9–2,3 % в зависимости от зоны исследования. Уровень облучения в сравнении с другими лучевыми методами достаточно низкий 20–50 мкЗв. В результате, данный метод быстро вытесняет ДФА, за счет своих явных преимуществ [15]. Данный метод получил широкое признание в диагностике остеопороза, при многочисленных исследованиях признана

корреляция переломов с изменениями показателей костной плотности. Метод обеспечивает большую точность результатов определения МПКТ, на основании проведения исследования с использованием веерной и пучковой технологии (уровень доказательности А) [4]. Исследования проводили в основном на белых женщинах в периоде постменопаузы, так как группы контроля изначально были подобраны среди белой расы, но уже в дальнейшем контрольные группы были расширены и для других рас и для другого пола, однако базы сравнения были неодинаковыми у различных фирм, производящих данный аппарат [4]. В связи с данными сложностями были предложены наиболее приемлемые оценки плотности кости, такие как Т и Z критерии, где Т-критерий показывает стандартное отклонение от среднего показателя пика костной массы для необходимого пола. Данный критерий уменьшается с постепенным снижением массы кости при увеличении возраста обследуемого. В свою очередь Z-критерий показывает отклонение от среднего показателя для исследуемого в данном возрасте. Все данные этих критериев разработаны ВОЗ, где выдвинулись показатели еще в 1994 году. Но уже в 2007 г. Международным обществом клинической денситометрии были предложены новые интерпретирующие данные выше упомянутых критериев.

Недостаток современной аппаратуры не несущие лучевую нагрузку – одна из основных проблем в организации профилактики и лечения ОП. Поэтому уже в начале 90-х годов появились новые приборы для ультразвуковой денситометрии костей. Данный метод предназначен для периферической диагностики, идеальность его объясняется дешевизной и свободностью от лучевых нагрузок. Применяют его главным образом для ранней диагностики остеопороза. Он позволяет оценивать не только плотность, но и особенности строения костной ткани. Ультразвук хорошо распространяется по всем тканям, как в жидких средах, так и в среде с высокой плотностью. Но такие среды, как воздух, жир, способствуют появлению некоторой погрешности, что очень легко решается использованием специализированных гелей. Не исключено, что в скором времени ультразвуковая денситометрия как метод для массовых обследований заменит изотопную и рентгеновскую абсорбциометрию [16].

Охарактеризовать костную ткань можно с точки зрения скорости ультразвука (SOS) и его затухания (BUA), так же очевидно влияние среды на амплитуду волны [5].

Экспериментальные методы измерения скорости были рассмотрены Breazeale, что показало клиническое измерение скорости, может быть достигнуто с использованием импульс-эхо (отражения) или передачи с использованием технологии одного большого пьезоэлектрического преобразователя. В эхо-методе используется один датчик для передачи и приема сигнала. В способе же передачи используют два датчика, один действует как передатчик импульса, другой как приемник. Для применения измерения костной ткани предпочтительней метод передачи, так как кость обладает большой возможностью затухания волны импульса (затухание – механизм в губчатой кости рассеяния, в то время как поглощение преобладает в кортикальной части кости). Скорость прохождения ультразвука можно получить путем деления глубины проникновения на время прохождения. Точность [коэффициент вариации (CV) = 0,7%]. Необходимый диапазон частот, используемый для диагностики костной ткани, составляет 0,1–1 МГц.

В 1984 году Garsia продемонстрировал уменьшение затухания ультразвуковой волны бычьей кортикальной кости с уменьшением содержания минерального вещества губчатой ткани кости.

Большие сомнения вызывал такой критерий, как ширина пяточной кости, на сколько она может менять точность показателей. По истечению множества исследований, где вычисляли ширину пяточной кости, показало, что различия составляют всего +3 мм, это говорит о малой биологической вариации, исключения составляют лишь единичные патологические изменчивости [17].

Почему же главный интерес в исследовании костной ткани на наличие остеопороза вызывает пяточная кость? На это есть множество причин. Как известно первые метаболические изменения в кости происходят в губчатой части кости (в 8 раз быстрее, чем в кортикальной части), а пяточная кость в свою очередь состоит на 90% из трабекулярного вещества. Следовательно, все метаболические изменения будут протекать до кортикального слоя. Также со стороны практичности и уменьшения погрешности данная анатомическая часть представляется двумя плоскими параллельными поверхностями.

Были предложены и другие области для исследования ОП, такие как голень, фаланги, берцовые кости, но вся техника находится в процессе изучения и на данный момент не имеет базу доказательности и клиническую пригодность. Так же доказано сходство с телом позвоночного столба, где так же происходят самые первые остеопороти-

ческие изменения. На основании множественных исследований Тернера и других доказано, что скорость, измеренная при пяточной кости, имела чувствительность сопоставимую с бедренной костью и позвоночником [18].

Также после первого проспективного исследования женщин Портер и другие показали, что денситометрия пяточной кости предсказывает риск перелома бедра у женщин в возрасте постменопаузы. Исследование было проведено во Франции на 7598 очень пожилых женщин и в США на 6183 женщинах.

В 1997–1998 году в ревматологическом отделении больницы Сиднея, Новый Южный Уэльс, проводилось исследование на 326 здоровых женщинах в возрасте 45–80 лет. Им проводилась двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия поясничного отдела позвоночника и левого бедра и также ультразвуковая денситометрия пяточной кости. В результате исследования показали, что чувствительность метода УЗИ для диагностики изменения плотности кости колебалась 9–47%, специфика метода была высока 88–100%.

Были разработаны критерии диагностической оценки МПКТ. Нормальные показатели кости – это показатели, отличающиеся не более чем на одно стандартное отклонение (SD) от среднего показателя в период возрастного пика костной массы у женщин, где Т-критерий соответствует выше –1. Остеопения колеблется от –1 до –2,5 SD в соответствии со средним значением показателя возрастного пика. И остеопороз – это снижение Т-критерия более чем –2,5 SD, что считают общепринятым определением [19].

Опираясь на обобщение данных и сравнивая их с нынешней клинической практикой, выявили, что восприятие остеопороза на сегодняшний день далеко от реальных пониманий глубин всей опасности и тяжести заболевания. Таким образом, анализируя литературные сведения отечественных и зарубежных авторов с целью объективной оценки надобности ранней диагностики остеопороза, конечно же, самым безопасным и эффективным методом, таким как ультразвуковая денситометрия, дается возможность изучить потери МПКТ в более молодом возрасте. Отсутствие ионизирующего излучения, портативность оборудования, низкая стоимость, простота и быстрота использования аппарата делают данный метод привлекательным для исследования детей, беременных и кормящих женщин, что в дальнейшем наверняка обоснует использование ультразвуковой денситометрии как скринингового метода на ранних этапах патологических изменений кости.

Список литературы

1. Важнова И.М. Некоторые патогенетические и клинико-терапевтические аспекты остеопороза у детей / И.М. Важнова, А.Г. Ильин, У.Н. Клочкова // Педиатрическая фармакология. – 2011. – Т. 8, № 6. – С. 30–35.
2. Галаева Я.Ю. Новые возможности в терапии остеопороза у взрослых / Я.Ю. Галаева, И.С. Евтушенко, Е.В. Бутуев, С.К. Евтушенко [и др.] // Международный неврологический журнал. – 2010. – № 1. – С. 31.
3. Турмухамбетова А.А. Оценка минерализации костной ткани у жителей Казахстана и пути оптимизации лучевой диагностики остеопороза: автореф. дис.... д-ра мед. наук: 14.00.19. – Астана, 2010. – 38 с.
4. Лесняк О.М. Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение. – 2-е изд. перер. и доп. / О.М. Лесняк, Л.И. Беневоленская. – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2009. – 272 с.
5. Амро И.Г., Грищенко О.В., Грищенко Н.Г., Ультразвуковая денситометрия в диагностике остеопенического синдрома при беременности // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина: Серия «Медицина». – 2006. – № 12. – 720 с.
6. The knowledge of osteoporosis risk factors in a Greek female population / K.I. Alexandraki [et. al.] // Maturitas. – 2008. – Vol. 59. – P. 38–45.
7. Фаламеева О.В., Храпова Ю.В. Остеопения и остеопороз в популяции г. Новосибирска в детском, подростковом и юношеском возрасте // II конф. молодых ученых по вертебрологии и смежным дисциплинам «Молодые ученые в развитии современной науки», посв. 20-летию Центра патологии позвоночника. – Новосибирск, 2008. – С. 98–99.
8. Абильдин М.А. Остеопороз как основной фактор риска развития переломов / М.А. Абильдин // Медицина и экология. – 2013. – № 1. – С. 18–21.
9. Состояния минеральной плотности костной ткани у лиц молодого возраста / Р.Л. Иванова, М.В. Горемыкина, А.С. Ботабаева [и др.] // II Международная конференция Медико-социальная реабилитация населения экологически неблагоприятных регионов. – Семей, 2008. – С. 22.
10. Возрастные особенности минеральной плотности костной ткани в детском возрасте / Л.А. Щеплягина, Т.Ю. Моисеева, А.О. Богатырева [и др.] // Тезисы Российского конгресса по остеопорозу (Москва, 20–22 окт., 2003 г.). – С. 90.
11. Белоусова Т.И. Минеральная плотность костной ткани у лиц молодого возраста с пониженной массой тела и марфаноидной внешностью: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.04. – Санкт-Петербург, 2016. – 200 с.
12. Лесняк О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в странах Восточной Европы и Центральной Азии / О.М. Лесняк, Л.Норой // Международный Фонд остеопороза. – 2011. – № 2. – С. 30–32.
13. Шарманов Т.Ш. Распространенность остеопороза среди населения старших возрастных групп по данным сонографических скрининговых исследований в Республике Казахстан / Т.Ш. Шарманов, Р.А. Шакиева, Д.С. Сулейменова // Медицина. – 2012. – № 3. – С. 2.
14. Радиация. Ядерная диагностика в клинике // Диагностика болезней костей. 28 мая 2011 [Электронный ресурс]. – URL: http://rad-stop.ru/3-8-diagnostika-bolezney-kostey/#.Wnm1UK51_IU (дата обращения: 12.12.2017).
15. Чернова Т.О. Визуализация и количественный анализ при денситометрических исследованиях / Т.О.Чернова, В.Я. Игнатов // Эндокринологический научный центр РАМН, Клиническая эндокринология. – 2002. – № 3. URL: http://www.voed.ru/sc_25.htm (дата обращения: 12.12.2017).
16. Дуглас С.К. Секреты рентгенологии / С.К. Дуглас, Р.М. Кевин Р. М, А.Г. Стюарт; пер. с англ., под ред. И.И. Семенова. – М.: Бином, СПб.: Диалект, 2003. – 703 с.
17. Власова И.С. Современные методы лучевой диагностики остеопороза / И.С. Власова // Вестн. рентгенологии и радиологии. – 2002. – № 1. – С. 6–13.
18. Turner C.H., Peacock M., Timmerman L., Neal J.M., Johnston C.C. Jr., Calcaneal ultrasonic measurements discriminate hip fractures independently of bone mass // Osteoporosis. – Int. – 1995. – Vol. 5. – P. 130.
19. Шим В.Р. Показатели костной денситометрии с дисплазией костной системы у школьников / В.Р. Шим // Вестник КАЗНМУ. – 2013. – № 3. – С. 147–150.

УДК 618.3-06:616.61-002.3(575.2)

ГЕСТАЦИОННЫЙ ПИЕЛОНЕФРИТ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ: ЧАСТОТА И ПРОГНОЗ

Самигуллина А.Э., Отогонова Ж.К.

*Кыргызский научный центр репродукции человека Министерства здравоохранения
Кыргызской Республики, Бишкек, e-mail: samigullina.68@mail.ru*

Проведен ретроспективный анализ уровня заболеваемости гестационным пиелонефритом по данным официальной статистики за период с 2010–2015 годы в целом по Кыргызской Республике и в разрезе областей. Анализ тенденции заболеваемости во времени рассчитан с помощью интервального динамического ряда. Для анализа скорости и характера изменений в динамике были рассчитаны цепные показатели (абсолютный прирост, темп прироста, темп роста, коэффициент наглядности, значение 1% (роста), сглаживание динамического ряда методом укрупнения интервала и скользящей средней). Среднесрочный прогноз до 2020 года был рассчитан с помощью уравнения парной линейной регрессии, параметры уравнения вычислены с помощью метода наименьших квадратов. В результате исследования выявлено, что за анализируемый период заболеваемость гестационным пиелонефритом в КР статистически достоверно снизилась в 1,6 раз, $p < 0,001$. По г. Бишкеку данный показатель, имея волнообразную тенденцию с ростом заболеваемости в 2012–2013 годы также имеет тенденцию снижения в 1,8 раз, $p < 0,001$. В разрезе областей республики динамика заболеваемости гестационным пиелонефритом неоднозначна и имеет волнообразный характер, наиболее высокий показатель приходится на г. Бишкек, далее лидируют две южные области (Ошская и Баткенская). Однако выявленный наиболее низкий уровень заболеваемости приходится также на юг страны (Джалал-Абадскую область и г. Ош). Положительная тенденция снижения заболеваемости данной патологией выявлена во всех регионах республики за исключением Чуйской области, где частота гестационных пиелонефритов возросла в 1,4 раза, $p < 0,001$. Согласно ориентировочной модели прогноза ожидается дальнейшее статистически значимое снижение заболеваемости гестационным пиелонефритом до 2020 года, $p < 0,001$.

Ключевые слова: гестационный пиелонефрит, заболеваемость, прогноз, ретроспективное исследование, Кыргызская Республика

GESTATIONAL PYELONEPHRITIS IN THE KYRGYZ REPUBLIC: FREQUENCY AND PREDICTION

Samigullina A.E., Otogonova Zh.K.

*Kyrgyz Scientific Center of Human Reproduction of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, e-mail: samigullina.68@mail.ru*

A retrospective analysis of the incidence rate of gestational pyelonephritis has been carried out according to official statistics for the period from 2010-2015 in the whole for the Kyrgyz Republic and in the context of regions. The analysis of the incidence trend over time is calculated using an interval dynamic series. To analyze the speed and nature of the changes in the dynamics, chain indicators are calculated (absolute growth, growth rate, growth rate, visibility, 1% (growth), smoothing of the dynamic series by the interval integration method and the moving average). The medium-term forecast until 2020 is calculated using the pairwise linear regression equation, the equation parameters are calculated using the method of least squares. As a result of the study, it is revealed that the incidence of gestational pyelonephritis in the KR significantly decreased 1.6 times in the analyzed period, $p < 0.001$. In Bishkek city, this indicator having a wave-like trend with an increase in the incidence rate in 2012-2013 also tends to decrease by 1.8 times, $p < 0.001$. In the context of the regions of the republic, the dynamics of the incidence of gestational pyelonephritis is ambiguous and undulating with Bishkek having the highest rate, followed by the two southern regions (Osh and Batken). However, the lowest incidence rate is also found in the South of the country (Jalal-Abad region and Osh). Positive trend of decreasing the incidence of this pathology is detected in all regions of the republic except for Chui region, where the frequency of gestational pyelonephritis increased 1.4 times, $p < 0.001$. According to the indicative forecast model, a further statistically significant reduction in the incidence of gestational pyelonephritis before 2020 is expected, $p < 0.001$.

Keywords: gestational pyelonephritis, morbidity, prediction, retrospective study, Kyrgyz Republic

В публикациях зарубежных исследователей единодушно отмечен продолжающийся рост числа инфекций мочеполовых путей, в том числе пиелонефрита, который выявляется у 6–15% лиц молодого возраста [1]. За последние 20 лет клиническая картина пиелонефрита изменилась, появилась большая склонность к бессимптомному течению, даже при значительном инфекционно-воспалительном процессе в почках участились случаи стертых форм, редко наступает полная ремиссия или излечение [2].

Пиелонефрит при беременности выделен в отдельную нозологическую группу

и характеризуется как инфекционно-воспалительный процесс почечной паренхимы и чашечно-лоханочной системы, который развивается на фоне беременности. В той или иной степени это заболевание встречается у 1–10% беременных женщин [3].

Актуальность данной патологии с позиции акушерства и перинатологии обусловлена тем, что среди экстрагенитальной патологии заболевания почек и мочевыводящих путей у беременных занимают 2-е место и представляют опасность как для матери, так и для плода [4].

Проблема гестационного пиелонефрита для современных акушеров особо актуальна, т.к. это заболевание возникает или проявляется впервые во время беременности, тем самым осложняя течение гестационного процесса и обуславливая высокую заболеваемость у новорожденных при наличии данной патологии у матери [5].

В медицинской печати Кыргызстана последних лет мы не обнаружили работ, посвященных изучению уровня заболеваемости гестационным пиелонефритом. Вышесказанное послужило основанием для проведения данного исследования в Кыргызской Республике (КР).

Цель исследования – изучить динамику заболеваемости гестационным пиелонефритом в Кыргызской Республике и составить ориентировочный прогноз на период последующих 5-ти лет.

Материалы и методы исследования

Проведено когортное ретроспективное исследование в период с 2010–2017 гг. на базе Кыргызского научного центра репродукции человека Министерства здравоохранения Кыргызской Республики (КНЦРЧ МЗ КР).

Для его проведения сплошным методом получены данные о впервые выявленных гестационных пиелонефритах в Кыргызской Республике из сводных годовых отчетов Республиканского медико-информационного центра (РМИЦ) МЗ КР за период 2010–2015 годы. Для анализа динамического ряда, отражающего изменение частоты и динамику заболеваемости, был выбран общепринятый средний цикл развития 6 лет. Выкопированные данные являются генеральной совокупностью, т.е. были представлены данные обо всех впервые выявленных гестационных пиелонефритах в Кыргызской Республике в абсолютных цифрах.

Анализ тенденции заболеваемости гестационным пиелонефритом во времени рассчитан с помощью интервального динамического ряда. Уровни динамического ряда представлены абсолютными цифрами и относительными величинами ($P \pm m\%$), за основание при расчете относительных величин выбрано 1 тыс. (на 1 тыс. родов). При расчете показателей базисным был выбран 2010 год (Y_1). Для анализа скорости и характера изменений в динамике были рассчитаны цепные показатели (абсолютный прирост, темп прироста, темп роста, коэффициент наглядности, значение 1% (роста), сглаживание динамического ряда методом укрупнения интервала и скользящей средней). Абсолютный прирост – разность между последующим и предыдущим уровнями (абс. прирост = $Y_n - Y_{n-1}$). Темп прироста (убыли) – отношение абсолютного прироста (снижения) каждого последующего уровня к предыдущему уровню, принятому за 100% (темп прироста = показатель роста (убыли) – 100%). Показатель роста (убыли) – отношение каждого последующего уровня ряда к предыдущему, принятому за 100% (показатель роста = $(Y_n / Y_{n-1}) \cdot 100\%$). Коэффициент наглядности – отношение каждого уровня ряда к одному из них, принятому за 100% (показатель наглядности = $(Y_n / Y_1) \cdot 100\%$). Значение 1% – какая величина прироста приходится

на 1% (Значение 1% прироста = $(\Delta P_n / P_n) \cdot 1\%$, где ΔP_n – абсолютный прирост каждого последующего ряда, P_n – темп прироста). Для выявления основной тенденции развития явления использованы метод укрупнения интервалов и расчет скользящей средней (по формуле средней арифметической за 3 года). Для оценки достоверности разности числовых значений относительных показателей произведено вычисление критерия достоверности (доверительного коэффициента t-критерий Стьюдента), рекомендуемого Н.Е. Черновой (2006) при проведении медико-социальных исследований по формуле $t = \frac{P_2 - P_1}{m \text{ разн}}$, при

$t = 3,2$ вероятность различий равна 99,9% или достоверность различий равна $< 0,001$ [6]. В качестве значений вероятности безошибочного прогноза были выбраны критерии статической значимости ошибки – менее 5% двусторонняя ($p < 0,05$), при 95% доверительном интервале, и статистической мощности – 80%-я мощность.

Среднесрочный прогноз до 2020 года был рассчитан с помощью уравнения парной линейной регрессии, параметры уравнения вычислены с помощью метода наименьших квадратов, по формуле $y = at + v$. Для создания модели ориентировочного прогноза была использована компьютерная система МАТЛАБ, с помощью которой на основе оценки тенденции и цикличности найдены коэффициенты линейной зависимости, при которых функция двух переменных

a и b $F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2$ принимает наи-

меньшее значение. То есть при данных a и b сумма квадратов отклонений экспериментальных данных от найденной прямой будет наименьшей. Таким образом, решение примера сводилось к нахождению экстремума функции двух переменных. Для вывода формул нахождения коэффициентов была составлена и решена система из двух уравнений с двумя неизвестными. Найдены частные производные функции

$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2$ по переменным a и b ,

которые приравнены к нулю.

$$\begin{cases} \frac{\partial F(a, b)}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial F(a, b)}{\partial b} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b)) x_i = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b)) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n b = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + nb = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$$

Полученная система уравнений была решена методом Крамера и получены формулы для нахождения коэффициентов по методу наименьших квадратов (МНК).

$$\begin{cases} a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \\ b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n} \end{cases}$$

При данных a и b функция

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2$$

принимала наименьшее значение. Формула для нахождения параметра a содержит суммы $\sum_{i=1}^n x_i$, $\sum_{i=1}^n y_i$, $\sum_{i=1}^n x_i y_i$, $\sum_{i=1}^n x_i^2$ и параметр n – количество экспериментальных лет. Значения этих сумм рекомендуется вычислять отдельно. Коэффициент b находился после вычисления a [7].

Для проведения статистической обработки полученных данных использован доступный в он-лайн режиме свободный программный пакет Центра по контролю заболеваемости США OpenEpi 3.03.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с поставленной в работе целью изучена частота впервые выявленных гестационных пиелонефритов за период с 2010 по 2015 годы, исследование показало, что по Кыргызской Республике (табл. 1) отмечается положительная динамика плавного уменьшения данного показателя. В 2010 году впервые выявлено 2919 гестационных пиелонефритов (21,3 на 1 тыс. родов) при этом в 2015 году их количество уменьшилось в 1,6 раз до 1825 случаев (11,4 на 1 тыс. родов), $p < 0,001$. Показатель наглядности позволяет увидеть динамику снижения частоты данной патологии к 2015 году на 37,5%. Укрупнение динамического ряда методом скользящей средней позволило определить год – 2013-й, когда динамика убывания стала четко выражена.

Однако несколько иначе выглядит динамический ряд данного показателя по г. Бишкеку (табл. 2). Следует отметить, что как и по КР, в г. Бишкеке наивысший показатель выявленных гестационных пиелонефритов приходится на 2010 год – 1064 случаев (56,1 на 1 тыс. родов), при этом динамический ряд за эти годы, имел неоднозначную динамику к 2015 году, показатель снижается до 565 случаев (25,1 на 1 тыс. родов) снижение в 1,8 раз, $p < 0,001$. Но в отличие от республиканских данных наблюдаются периоды увеличения количества гестационных пиелонефритов, которые приходятся на 2012–2013 годы. Данный показатель в 2012 году равен 42,3 на 1 тыс. родов (845 случаев), который продолжает расти до 2013 года – 948 пиелонефритов (45,2 на 1 тыс. родов) с последующим снижением до 2015 года. Показатель наглядности доказывает снижение впервые выявленных гестационных пиелонефритов в 2015 году на 46,9% в сравнении с исходным уровнем. Показатель роста отмечает положительную динамику снижения данной патологии на 24,9%

в 2011 году в сравнении с 2010 годом, а также на 11,8% в 2014 году в сравнении с 2013 годом и на 32,4% в 2015 году относительно 2014 года. Однако методом укрупнения интервала доказана положительная динамика снижения данной патологии за весь анализируемый период, при этом методом скользящей средней выявлен незначительный всплеск заболеваемости в 2013 году и ярко выраженная динамика убывания показателя в 2015 году.

В табл. 3 представлены данные по частоте гестационных пиелонефритов в разрезе областей Кыргызской Республики. Динамика показателей на анализируемый период неоднозначна, рассчитанная нами средняя арифметическая с ее ошибкой позволила выявить отдельные области, как наиболее заслуживающие внимания по уровню данной патологии. Наиболее высокий показатель, $41,5 \pm 4,5$ на 1 тыс. родов, приходится на г. Бишкек, который является столицей КР, где сосредоточены акушерские стационары третичного уровня и согласно Перинатальной программе именно в эти организации перенаправляются женщины с осложненной беременностью для получения высококвалифицированной помощи при родоразрешении.

Следующими по значимости являются две южные области (Ошская область с показателем $18,5 \pm 3,8$ на 1 тыс. родов и Баткенская область – $17,2 \pm 2,8$ соответственно). При этом Джалал-Абадская область и г. Ош также являются южным регионом страны, однако именно там отмечается низкий уровень впервые выявленных гестационных пиелонефритов (Джалал-Абадская область – $5,8 \pm 0,9$ на 1 тыс. родов и г. Ош – $8,7 \pm 1,2$ соответственно). За анализируемый период ситуация с заболеваемостью гестационными пиелонефритами неоднозначна с отдельными повышениями в различные года в каждой отдельно взятой области, однако в общем отмечается снижение показателя к 2015 году по всем областям кроме Чуйской, где данный показатель за эти годы вырос в 1,4 раза, $p < 0,001$. Стабильно положительная динамика отмечается только по Иссык-Кульской области, где происходит снижение показателя в 2,2 раза, $p < 0,001$. Следует также выделить Нарынскую область, где частота впервые выявленных гестационных пиелонефритов снизилась за этот период в 2,6 раза, $p < 0,001$. Город Ош, исходно имел невысокий уровень заболеваемости (2010 год – 10,1 на 1 тыс. родов) с незначительным ростом показателя в 2011 году (до 11,0 на 1 тыс. родов) и выраженной динамикой снижения данного показателя до 2014 года, однако в 2015 году отмечается резкий рост гестационных пиелонефритов до изначальных цифр (10,2 на 1 тыс. родов).

Таблица 1

Частота заболеваемости гестационными пиелонефритами, Кыргызская Республика, 2010–2015 гг.

Годы	Абсолютные цифры	Показатель (на 1 тыс. родов)	Абсолютный прирост (убыль)	Показатель наглядности, %	Показатель роста (снижения), %	Темп роста (снижения), %	Значение 1% прироста	Метод укрупнения интервала	Метод скользящей средней
2010	2919	21,3	нет	100,0	нет	нет	нет	2919,0	2949,0
2011	2919	21,3	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	2919,0	2874,0
2012	2784	19,6	-135,0	95,4	95,4	-4,6	29,3	2634,5	2729,3
2013	2485	16,9	-299,0	85,1	89,3	-10,7	27,9	2634,5	2510,7
2014	2263	14,7	-222,0	77,5	91,1	-8,9	24,9	2044,0	2191,0
2015	1825	11,4	-438,0	62,5	80,6	-19,4	22,6	2044,0	1873,0

Таблица 2

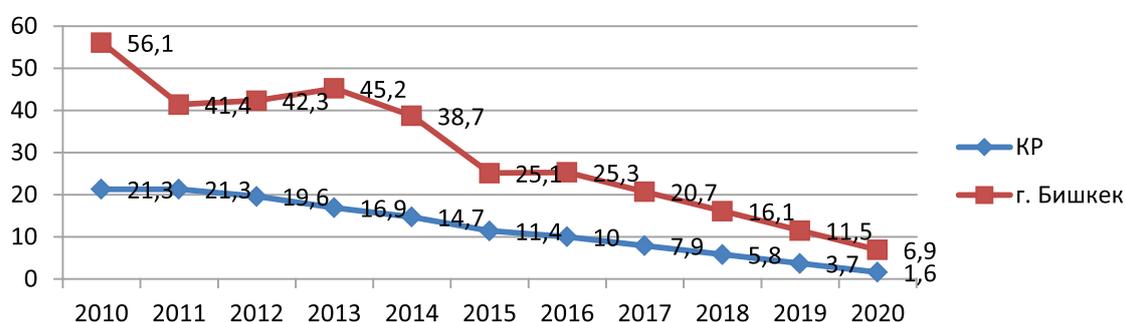
Частота заболеваемости гестационными пиелонефритами, г. Бишкек, 2010–2015 гг.

Годы	Абсолютные цифры	Показатель (на 1 тыс. родов)	Абсолютный прирост (убыль)	Показатель наглядности, %	Показатель роста (снижения), %	Темп роста (снижения), %	Значение 1% прироста	Метод укрупнения интервала	Метод скользящей средней
2010	1064	56,1	нет	100,0	нет	нет	нет	931,5	994,9
2011	799	41,4	-265,0	75,1	75,1	-24,9	10,6	931,5	902,7
2012	845	42,3	46,0	79,4	105,8	5,8	7,9	896,5	864,0
2013	948	45,2	103,0	89,1	112,2	12,2	8,4	896,5	876,3
2014	836	38,7	-112,0	78,6	88,2	-11,8	9,5	700,5	783,0
2015	565	25,1	-271,0	53,1	67,6	-32,4	8,4	700,5	600,3

Таблица 3

Частота заболеваемости гестационными пиелонефритами по областям Кыргызской Республики, 2010–2015 гг. (на 1 тыс. родов).

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	M ± m
г. Бишкек	56,1	41,4	42,3	45,2	38,7	25,1	41,5 ± 4,5
г. Ош	10,1	11,0	8,0	8,9	3,9	10,2	8,7 ± 1,2
Баткенская обл.	19,8	21,9	25,2	14,4	13,6	8,0	17,2 ± 2,8
Джалал-Абадская обл.	6,8	5,9	9,1	5,7	3,8	3,6	5,8 ± 0,9
Иссык-Кульская обл.	22,8	21,4	15,7	14,0	11,1	10,4	15,9 ± 2,3
Нарынская обл.	20,0	34,3	15,9	11,2	6,3	7,6	15,9 ± 4,6
Ошская обл.	28,1	26,8	21,1	13,5	16,0	5,6	18,5 ± 3,8
Таласская обл.	30,3	11,0	23,8	9,5	13,1	11,5	16,5 ± 3,8
Чуйская обл.	14,3	14,7	12,3	16,1	14,2	20,3	15,3 ± 1,2



Экстраполирование по установленному тренду уровня заболеваемости гестационным пиелонефритом (на 1 тыс. родов)

Для построения концепции прогноза уровня заболеваемости гестационным пиелонефритом в КР и г. Бишкек использован динамический ряд с 2010 по 2015 года, который позволил получить краткосрочный прогноз до 2020 года. Оценивая полученные данные, можно предположить (рисунок), что при сохранении тенденций динамического ряда по КР и г. Бишкек вероятная прогностическая величина будет продолжать снижаться и достигнет к 2020 году по КР показателя 1,6 на 1 тыс. родов, а по г. Бишкек 6,9 на 1 тыс. родов. Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации ($R^2 = 0,94$ для КР и $R^2 = 0,7$ для г. Бишкек), что указывает на высокую точность подбора тренда и критерия Фишера ($F = 63,9$ для КР и $F = 10,6$ для г. Бишкек), подтверждающего, что параметры модели статистически значимы, $t = 3,5$, $p < 0,001$.

В результате исследования выявлено, что за период с 2010 по 2015 годы частота заболеваемости гестационными пиелонефритами в КР по официальным данным РМИЦ статистически достоверно снизилась в 1,6 раз (2010 год – 21,3 на 1 тыс. родов

и 2015 год – 11,4 на 1 тыс. родов), $p < 0,001$. По г. Бишкек данный показатель, имея неоднозначную тенденцию с ростом заболеваемости в 2012–2013 годы, имеет также положительную динамику достоверного снижения за анализируемый период в 1,8 раз (2010 год – 56,1 на 1 тыс. родов и 2015 год – 25,1 на 1 тыс. родов), $p < 0,001$. В разрезе областей республики динамика частоты гестационных пиелонефритов неоднозначна и имеет волнообразный характер, наиболее высокий показатель приходится на г. Бишкек ($41,5 \pm 4,5$ на 1 тыс. родов), две южные области (Ошская – $18,5 \pm 3,8$ на 1 тыс. родов и Баткенская – $17,2 \pm 2,8$ соответственно) лидируют по уровню заболеваемости, выявленный наиболее низкий уровень показателя также приходится на юг страны (Джалал-Абадскую область – $5,8 \pm 0,9$ на 1 тыс. родов и г. Ош – $8,7 \pm 1,2$ соответственно), однако тенденция снижения заболеваемости с периодами роста данной патологии выявлена во всех регионах республики за исключением Чуйской области, где заболеваемость гестационными пиелонефритами возросла в 1,4 раза (2010 год – 14,3 на 1 тыс. родов и 2015 год – 20,3 соответствен-

но), $p < 0,001$. Согласно ориентировочной модели прогноза ожидается статистически значимое снижение заболеваемости гестационным пиелонефритом до 2020 года (КР – 1,6 на 1 тыс. родов и г. Бишкек – 6,9 соответственно), $p < 0,001$.

Список литературы

1. Ботпаев Б.А. Течение беременности при пиелонефрите / Б.А. Ботпаев // Вестник КАЗНМУ. – 2016. – № 1. – С. 48–50.
2. Хузиханов Ф.В. Прогностическая матрица по индивидуальному прогнозированию исхода хронического пиелонефрита / Ф.В. Хузиханов, Р.М. Алиев // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10133> (дата обращения: 12.01.2018).
3. Юнусова Л.Н. Эпидемиологические особенности заболевания хроническим пиелонефритом у женщин в период гестации / Л.Н. Юнусова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19167> (дата обращения: 12.01.2018).
4. Кравченко Е.Н. Инфекционно-воспалительные заболевания почек у беременных. Диагностика и лечение / Е.Н. Кравченко, И.А. Гордеева, Д.В. Кубарев // Акушерство и гинекология. – М., 2013. – № 4. – С. 29–31.
5. Аспекты диагностики и лечения гестационного пиелонефрита / С.Н. Стяжкина [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12–10. – С. 1912–1913.
6. Чернова Н.Е. Медицинская статистика: учебное пособие / Н.Е. Чернова. – Бишкек, 2006. – 129 с.
7. Гапоненко Н.В. Форсайт. Теория. Методология. Опыт / Н.В. Гапоненко. – М.: ЮНИТИ, 2008. – 238 с.

УДК 613.95/.96:37.032

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ И УМСТВЕННАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЫ**Ткачук Е.А., Мыльникова И.В.***ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск,
e-mail: zdorowie38@gmail.com*

В работе обсуждаются проблемы качества образования, которые сегодня актуальны на всех уровнях общественного развития. Основной акцент сделан на оценке эффективности внедрения инновационных педагогических технологий с точки зрения гигиены детей и подростков. Исследование опирается на многолетний опыт исследования факторов успешного обучения, которые тесно связаны с показателями здоровья и нервно-психического развития детей. И за последние десятилетия эти показатели претерпевают значительные изменения под воздействием развивающегося общества (информатизация общества). За последнее десятилетие, в связи с ростом информатизации, исследователями отмечен рост уровня агрессии и агрессивности, снижение интеллектуальных показателей, ухудшение психического здоровья, увеличение числа детей с проблемами поведения, гиперактивностью, невнимательностью, снижением умственной работоспособности. В исследовании на примере дошкольных образовательных учреждений и общеобразовательных школ Иркутской области выявлены неоднородные показатели интеллектуального развития и умственной работоспособности у детей в разных условиях. В изменяющихся условиях информатизации показатели работоспособности и интеллектуального развития претерпевают значительные изменения: увеличивается скорость ($p < 0,05$) и снижается качество ($p < 0,05$) обработки информации, снижается интеллектуальный потенциал. Итоговые показатели коэффициента продуктивности не изменяются. Однако выявляется тенденция к формированию ограничения уровня умственной работоспособности. Исследования по данному вопросу продолжают.

Ключевые слова: дошкольники, школьники, информатизация общества, умственная работоспособность, интеллектуальное развитие

INTELLECTUAL DEVELOPMENT AND MENTAL PERFORMANCE OF CHILDREN IN A MODERN SCHOOL ENVIRONMENT**Tkachuk E.A., Mylnikova I.V.***East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, e-mail: zdorowie38@gmail.com*

The paper discusses the problems of the quality of education, which are now relevant at all levels of social development. The main emphasis is made on the evaluation of the effectiveness of introducing innovative pedagogical technologies in terms of hygiene of children and adolescents. The study is based on years of experience in research on the factors of successful learning, which are closely related to the indicators of health and mental development of children. And over the past decades, these indicators are undergoing significant changes under the influence of a developing society (informatization of society). Over the past decade, in connection with the growth of informatization, researchers noted an increase in the level of aggression and aggressiveness, a decrease in intellectual indicators, a deterioration in mental health, an increase in children with behavioral problems, hyperactivity, inattention, and reduced mental capacity. In the study, on the example of preschool educational institutions and general education schools of the Irkutsk region, heterogeneous indicators of intellectual development and mental performance in children under different conditions were revealed. In the changing conditions of informatization, the indicators of efficiency and intellectual development undergo significant changes: the speed ($p < 0.05$) and the quality ($p < 0.05$) of information processing decreases, the intellectual potential decreases. The final performance indicators do not change. However, there is a tendency to form a limitation of the level of mental efficiency. Studies on this issue are continuing.

Keywords: preschool, schoolchildren, informatization of society, mental capacity for work, intellectual development

Проблема качества образования сегодня актуальна на всех уровнях общественного развития. За последние 20 лет реформирования образования основной акцент сделан на новых видах и формах обучения, развитии педагогических технологий, при этом мало внимания уделяется гигиеническим факторам, определяющим успех внедрения инноваций [1–3].

Многочисленными авторами, работающими над проблемами гигиены школьного образования, доказано, что ключевыми факторами успешного обучения являются показатели здоровья и нервно-психиче-

ского развития детей. Наши собственные предыдущие работы подтвердили, что за последние десятилетия эти показатели претерпевают значительные изменения под воздействием информатизации общества и интенсификации обучения [4, 5]. За последнее десятилетие, в связи с ростом информатизации, исследователями отмечен рост уровня агрессии и агрессивности, снижение интеллектуальных показателей, ухудшение психического здоровья, увеличение числа детей с проблемами поведения, гиперактивностью, невнимательностью, снижением умственной работоспособности [6, 7].

С развитием общества возрастает информатизация общественной жизни и образования. Сегментация социокультурного пространства требует выделения его образовательной составляющей [8, 9] и определения гигиенических критериев.

Цель исследования – оценить показатели умственной работоспособности и интеллектуального развития детей дошкольного возраста, проживающих на некоторых территориях Иркутской области.

Материалы и методы исследования

Материал этого исследования опирается на наши предыдущие исследования, в которых были изучены показатели здоровья и развития детей. На первом этапе исследования (1998–2012 гг.) были изучены показатели умственной работоспособности и интеллектуального развития детей дошкольного возраста в изменяющихся условиях информатизации общества в одном и том же образовательном учреждении, расположенном в центральном районе г. Иркутска. Полученные данные позволили продолжить исследования влияния инновационной образовательной деятельности на показатели здоровья и развития детей в 2017 г.

На втором этапе исследования (2017 г.) изучены показатели умственной работоспособности и интеллектуального развития дошкольников и школьников Иркутской области, приступающих в обучение в рамках инновационных программ.

Под наблюдением находилось 176 детей в возрасте от 5,5 до 6,5 лет, посещающих дошкольное учреждение. Были сформированы 2 группы детей: А1 группа (101 детей) – дети, посещавшие детский сад в 1998 г., и АП (75 детей) группа – дети, посещающие детский сад в 2012 г.

В 2017 г. было обследовано: 56 детей в возрасте 6 лет – В1 группа, 27 детей в возрасте 10 лет – В2 группа, 48 детей в возрасте 12 лет – В3 группа, 35 детей в возрасте 15 лет – В4 группа.

Формирование групп осуществлялось сплошным методом [10]. Критерии включения: постоянное проживание на изучаемой территории; отсутствие острых, декомпенсированных хронических заболеваний, врожденной патологии; соответствие полового развития возрасту; средний уровень физической активности (посещение занятий физической культуры в рамках школьной программы).

Оценку работоспособности проводили с помощью фигурных таблиц В.Я. Анфимова [2, 6]. Оценку проводили по количеству допущенных ошибок и количеству просмотренных строк. Каждая пропущенная строка приравнивалась к одной ошибке. Коэффициент продуктивности Q рассчитывали по формуле

$$Q = c^2/c + d,$$

где c – количество просмотренных строк; d – количество ошибок (ошибки не стандартизировались) [11].

Интеллектуальное развитие оценивали с помощью теста Равена [12], предназначенного для изучения логичности мышления. При изучении в 2017 г. использовали упрощенную версию. Результаты оценивали по количеству правильно выполненных заданий в баллах и процентах.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью Statistica Base 10 for WindowsRu.

В ходе статистической обработки вычисляли среднюю арифметическую (M), среднее квадратичное отклонение (s), среднюю ошибку средней арифметической (m). До проведения статистического анализа оценивался характер распределения признаков на нормальность. Статистическую значимость различий количественных признаков, имеющих нормальное распределение, анализировали с помощью T -критерия Стьюдента в доверительном интервале более 95%. В случае ненормального распределения вариационного ряда статистическую значимость различий анализировали с помощью критерия Манна – Уитни. Анализ статистической значимости различий качественных признаков осуществляли с помощью критерия χ^2 . Оценка зависимости между двумя переменными проводилась с применением коэффициента корреляции Спирмена. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

По некоторым литературным источникам известно, что информатизация общества приводит к возрастанию гиперактивности детей, снижению их работоспособности [12]. В нашем исследовании умственной работоспособности было выявлено (таблица), что показатель продуктивности за период с 1998 г. по 2012 г. в группах А1 и АП статистически значимо не изменился. Исследование показало, что за 14 лет статистически значимо возросло количество ошибок в тесте Анфимова, что свидетельствовало о снижении функции внимания. Однако количество просмотренных строк в тесте также возросло, что свидетельствует об увеличении скорости обработки информации. Не смотря на это в обеих группах отмечается статистически значимое увеличение количества ошибок и количества просмотренных строк ($p < 0,05$).

Так в АП группе увеличение кратности количества просмотренных строк составило 1,8 ($p < 0,05$), количество сделанных ошибок в 7,5 ($p < 0,05$).

Среди мальчиков увеличение количество ошибок и просмотренных строк было больше в сравнении с группой девочек в 4 раза ($p < 0,05$), что дает основание полагать, что мальчики оказываются более уязвимыми при обучении по инновационным программам в условиях информатизации обучения.

При изучении показателей умственной работоспособности в группах детей В1, В2, В3, В4 были выявлены только возрастные отличия в показателях детей. Статистически значимые отличия показателей между группами АП и В1, В2, В3, В4 не выявлены. Однако ранее выявленная тенденция увеличения количества ошибок и просмотренных строк сохранилась при сравнении между группами А1 и В1, В2, В3, В4.

Показатели работоспособности детей

Показатель	Девочки		Мальчики	
	АI группа	АII группа	АI группа	АII группа
Количество просмотренных строк	6,6 ± 0,6	10,6 ± 0,8*	6,1 ± 0,5	12,4 ± 0,5*
Количество ошибок	2,8 ± 0,3	17,8 ± 2,2*	2,7 ± 0,3	22,5 ± 2,6*
Коэффициент продуктивности	4,8 ± 0,5	5,2 ± 0,7	4,4 ± 0,5	5,6 ± 0,6

Примечание. * – статистически значимые различия между АI и АII группами при $p < 0,05$.

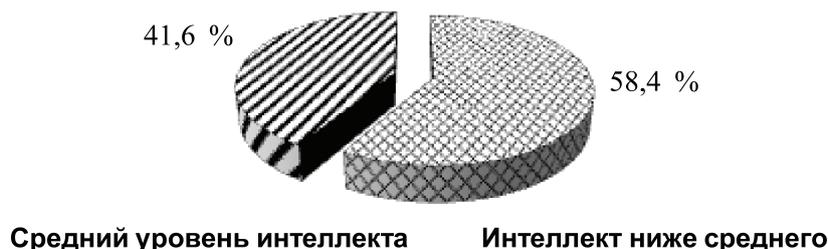


Рис. 1. Соотношение уровней интеллекта дошкольников в группе АI, % детей

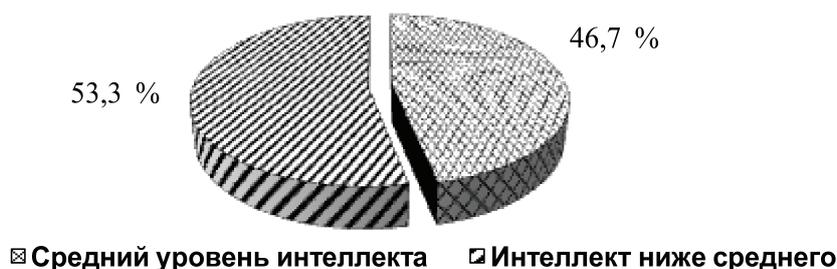


Рис. 2. Соотношение уровней интеллекта дошкольников в группе АII, % детей

На следующем этапе исследования изучали интеллектуальное развитие детей.

Изучение развития интеллектуального потенциала в условиях повышенной умственной нагрузки оказывается существенным моментом в усвоении учебной информации и осуществляется на основе формирования умений по ее обработке, информатизация общества становится одним из ключевых аспектов его формирования.

Изучение уровней интеллекта среди дошкольников в различные временные периоды с применением теста Равена показало снижение количества детей со средним уровнем интеллекта и увеличение числа детей с интеллектом ниже среднего на современном этапе. Так, средний уровень интеллекта в группе АI был выявлен у 58,4%, в группе АII – только у 46,7%. Интеллект ниже среднего имели 41,6% детей в группе АI и 53,3% детей – в группе АII (рис. 1–2).

Среди девочек в группе АI средний уровень интеллекта определен у 61,9%, в информационном периоде – у 48,2%. В то же время девочки с уровнем интеллекта ниже среднего в группе АI составили 38,1%, а в 2012 г. – 53,3%. Мальчики со средним уровнем интеллекта в группе АI составили 55,9%, а в 2012 г. – 45,8%, при этом уровень интеллекта ниже среднего имели 44,1% мальчиков в группе АI (доинформационный период) и 54,2% – в группе АII (информационный период).

На рис. 3 показаны тенденции изменения интеллектуального потенциала дошкольников.

Изучение интеллектуального потенциала детей в группах В показало сохранение ранее выявленных тенденций изменения интеллектуального потенциала при сравнении между группами АI и АII и позволило объединить группы по периодам изучения АI – доинформационный период, АII и группы В – информационный период.

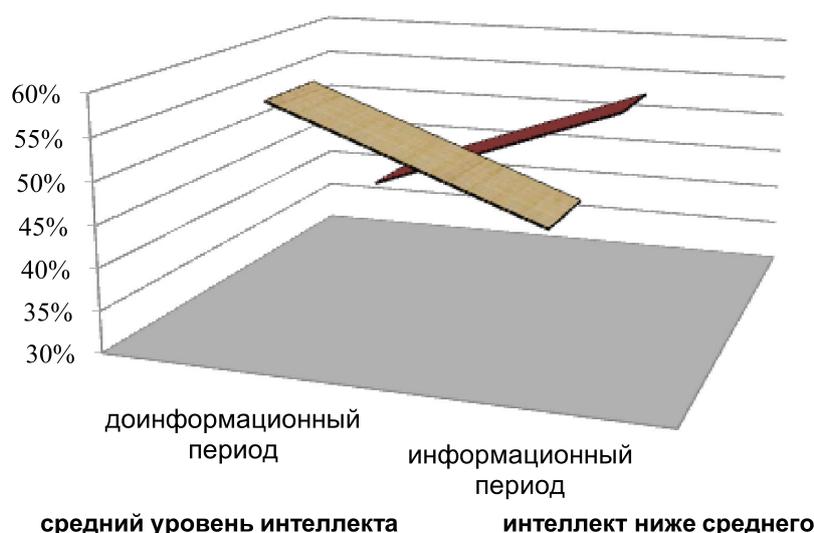


Рис. 3. Изменение интеллектуального потенциала дошкольников



Рис. 4. Изменение интеллектуального потенциала детей в группах В

При подсчете количества выполненных заданий установлено, что в группах АІ дети выполнили $41,1 \pm 1,1\%$ предложенных заданий (в исчислении в баллах это составило $24,7 \pm 0,6$ балла), в группах АІІ и В – $38,5 \pm 1,1\%$ заданий, что составило $23,1 \pm 0,7$ балла. Различия статистически значимыми не были. Выявленные изменения у детей дошкольного возраста определили задачу на 2017 год – проанализировать возрастную динамику изучаемых показателей.

На рис. 4 показано, что показатели интеллектуального развития и умственной работоспособности увеличиваются до опре-

деленного возраста, а затем колеблются в незначительном диапазоне.

Установленный факт может быть обусловлен нерациональным увеличением учебной нагрузки в средних и старших классах. Проведенные ранее исследования по оценке распределения учебной нагрузки в общеобразовательных учреждениях (ООУ) Иркутской области выявили многочисленные нарушения при составлении расписаний в $35,7 \pm 3,2\%$ ООУ инновационного типа, в $29,4 \pm 3,9\%$ городских и $16,2 \pm 3,8\%$ сельских ООУ традиционного типа [13].

Анализ полученных данных доказывает, что умственная работоспособность и интеллектуальное развитие связаны прямой и сильной корреляционной связью. Так, коэффициент корреляции между интеллектуальным развитием и коэффициентом продуктивности составил 0,8, между интеллектуальным развитием и коэффициентом качества работы составил 0,7, между коэффициентом продуктивности и коэффициентом качества работы – 0,9. Обращает внимание, что коэффициент продуктивности независимо от возраста детей находится в пределах 10–20 у.е. Можно предположить, что этот факт свидетельствует об общем характере воздействующих школьных факторов и необходимости оптимизации учебно-образовательного процесса [14].

Проведенные исследования показали, что снижение работоспособности у детей наблюдается начиная с дошкольного образования и продолжается в период обучения в общеобразовательном учреждении. Увеличение количества ошибок у детей в период информатизации и низкий уровень коэффициента продуктивности являются психофизиологическими откликами детского организма на хроническое воздействие учебных нагрузок. Проведенное исследование выявило противоречие между стремлением системы образования к повышению качества знаний, практических навыков учащихся и функциональными возможностями детского организма. Поэтому решение проблемы должно быть комплексным – совершенствование и внедрение на общероссийском уровне здоровьесберегающих педагогических технологий необходимо сочетать с повышением качества профилактической деятельности учреждений здравоохранения и образования.

Процесс формирования новых гигиенических подходов к образовательным системам на современном этапе должен учитывать новые факторы, такие как информатизация образования и общества, новые тенденции в формировании здоровья и нервно-психического развития детей. Как отмечено некоторыми авторами, информационное общество развивается как принципиально новый вид общества, задавая особый характер социальных связей и формирования здоровья населения [9].

В условиях информатизации каждому индивиду предоставляется возможность инновационного накопления знания, но, с другой стороны, этот процесс становится элементом технической процедуры. В связи с этим обостряется проблема качества образования и отношения к формированию здоровья [12].

Выводы

1. Увеличение уровней информатизации обучения и учебной деятельности в режиме интенсификации приводит к увеличению скорости обработки информации и снижению качества ее обработки в 8,3 раза у мальчиков и 6,3 раза у девочек ($p < 0,05$). Повышенные учебные нагрузки снижают долю детей со средним уровнем интеллекта и увеличивают долю детей с уровнем интеллекта ниже среднего уровня – на 11,7%, в большей степени у девочек, по сравнению с мальчиками.

2. Данная тенденция у дошкольников выражена сильнее, чем у детей более старшего возраста.

3. Инновационный характер обучения влияет на скорость восприятия и обработки информации, увеличивает скорость и снижает качество обработки информации, иначе формирует темпы развития интеллекта.

4. Развитие образовательных систем требует более глубокого осмысления значимости гигиенических факторов и изучения их влияния на современных детей.

Список литературы

1. Зазнобова Т.В. Особенности физического развития старшеклассников, обучающихся в школах различного типа // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – № 5. – С. 113–116.
2. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене детей и подростков / под ред. В.Н. Кондрашенко. – М., 1983. – 263 с.
3. Сугрובה Г.А. Влияние обучения в школе раннего развития на нейропсихический статус дошкольников // Естественные науки. – 2006. – № 1(5). – С. 138–142.
4. Кучма В.Р., Степанова М.И. Стресс у школьников: причины, последствия, профилактика // Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – № 8. – С. 32–37.
5. Щуров В.А., Могеладзе Н.О., Горбачёва Л.Ю. Децелерация роста тела детей как форма адаптации к изменившимся социально-экономическим условиям жизни // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 9. – С. 322–325.
6. Кучма В.Р. Гигиеническая оценка напряженности учебного труда обучающихся: методические рекомендации / В.Р. Кучма, Н.В. Ефимова, Е.А. Ткачук. – М., 2014. – 24 с.
7. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации. Сб. мат-лов (выпуск VI). Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. – М.: Изд-во «ПедиатрЪ», 2013. – 192 с.
8. Гончаров В.Н. Информатизация образования общества: фундаментальный аспект исследования информатики // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3. – С. 21–24.
9. Гончаров В.Н. Информатизация российского образования как форма социально-культурной деятельности // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8. – С. 17–21.
10. Власова И.Н. Методы комплексной оценки состояния здоровья детей раннего возраста: Метод. Рекомендации / Ниж. Новг. гос. мед. акад. – Нижний Новгород, 1998. – 37 с.
11. Осипова С.И., Баранова И.А., Игнатова В.А. Информатизация образования как объект педагогического анализа // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 12–3. – С. 506–510.
12. Колмагорова А.В., Слободская Е.Р. Скрининговая оценка психического здоровья в раннем возрасте // Психотерапия. – 2007. – № 2. – С. 13–14.
13. Мильникова И.В. Гигиеническая оценка учебной нагрузки в общеобразовательных учреждениях Иркутской области // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25597> (дата обращения: 07.01.2018).
14. Кучма В.Р., Ефимова Н.В., Ткачук Е.А., Мильникова И.В. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся 5–10 классов общеобразовательных школ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 6. – С. 552–558.

УДК 615.3:581.8:581.48:582.893.6(470.63)

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КУПЫРЬ БУТЕНЕЛИСТНОГО (*ANTHRISCUS CEREFOLIUM* (L.) HOFFM.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В РЕГИОНЕ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Вдовенко-Мартынова Н.Н., Безроднова Е.И., Круглая А.А., Соромытько Ю.В.

*Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО ВолГМУ
Минздрава России, Пятигорск, e-mail: martynovann@yandex.ru*

Актуальными задачами современной фармации Российской Федерации в настоящее время являются: поиск перспективных растительных источников биологически активных соединений, рациональное использование природного пищевого сырья, в том числе нетрадиционного; необходимость возрождения отечественного производства лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов на основе российских субстанций; установление показателей, позволяющих идентифицировать лекарственное растительное сырьё и примеси. Растения семейства Зонтичные (*Apiaceae*) широко произрастают на Северном Кавказе. Объект изучения – Купырь бутенелистный (Кервель ажурный) (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) вид растений рода Купырь (*Anthriscus*) семейства Зонтичные (*Apiaceae*), произрастающего в дикорастущей флоре в разреженных лесах, на опушках, полянах, на солнечных травянистых склонах, среди различных кустарников. Растение обладает сладковатым анисовым запахом, пряным, нежным вкусом, издавна используется многими народами мира как пищевое и лечебное. Цель исследования – выявление характерных отличительных особенностей морфолого-анатомических признаков, позволяющих идентифицировать *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) и диагностировать лекарственное растительное сырьё. Фармакогностическими методами анализа установлены морфологические и микроскопические признаки *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.). Полученные результаты могут быть использованы при стандартизации лекарственного растительного сырья *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.), определении показателей подлинности, а также для возможности отличия от ядовитых примесей при заготовке.

Ключевые слова: кервель ажурный, макроскопический, микроскопический, диагностические признаки

MORPHOLOGICAL-ANATOMIC STUDY OF *ANTHRISCUS CEREFOLIUM* ((L.) HOFFM.) IN THE CAUCASIAN MINERAL WATER REGION

Vdovenko-Martynova N.N., Bezrodnova E.I., Kruglaya A.A., Soromytko Yu.V.

*Pyatigorsk Medico-Pharmaceutical Institute – branch of FSBEE HE VolgSMU of the Russian
Health Service Ministry, Pyatigorsk, e-mail: martynovann@yandex.ru*

Actual tasks of modern pharmacy in the Russian Federation are currently: the search for promising plant sources of biologically active compounds; rational use of natural food raw materials, including non-traditional; the need to revive the domestic production of medicinal plant raw materials and medicinal herbal preparations on the basis of Russian substances; the establishment of indicators to identify the medicinal plant raw materials and impurities. Plants of the family Umbelliferae (*Apiaceae*) widely grow in the North Caucasus. The object of study is *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) species of plants of the genus *Anthriscus* of the family *Apiaceae* growing in wild flora in sparse forests, on fringes, glades, on sunny grassy slopes, among various shrubs. The plant has a sweet anise smell, spicy, delicate taste, has long been used by many peoples of the world as food and medicinal. The goal of the study is identify the characteristic distinctive features of morphological and anatomical features that allowed to identify *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) and to diagnose medicinal plant raw materials. External and microscopic signs of *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) were set with using Pharmacognosy quality methods of analysis. The obtained results can be used in the standardization of medicinal plant material *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.), determination of the indicators of authenticity, as well as to distinguish it from poisonous impurities during harvesting.

Keywords: *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.), macroscopic, microscopic, diagnostic features

В настоящее время актуальными задачами фармации Российской Федерации являются: поиск перспективных растительных источников биологически активных веществ, рациональное использование природного пищевого сырья, в том числе нетрадиционного, необходимость возрождения отечественного производства лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов на основе российских субстанций. Лекарственные растения, произрастающие на территории Северного Кавказа, составляют около 18% растительного сырья фармацев-

тического рынка России. Приблизительно три тысячи видов дикорастущих растений флоры Северного Кавказа до сих пор не изучены и представляют научный интерес для исследований. Неизвестен их химический состав, они слабо изучены фармакогностически, что не позволяет пополнить арсенал лекарств растительного происхождения современными лекарственными препаратами [1]. Купырь бутенелистный или Кервель ажурный *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) – вид растений рода Купырь (*Anthriscus*) семейства Зонтичные (*Apiaceae*) – распространён на

Северном Кавказе. На территории Кавказских Минеральных Вод купырь многочисленно произрастает в разреженных лесах, на лесных опушках, полянах, на солнечных травянистых горных склонах, среди кустарников, образуя заросли, встречается также и около жилья, как рудеральное. Растение обладает сладковатым анисовым запахом, пряным, нежным вкусом, издавна используется многими народами мира как пищевое и лечебное. В традиционной медицине используют траву и плоды *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) как диуретическое, ранозаживляющее, отхаркивающее, плоды – при метеоризме [2]. В последнее время надземная часть *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) всё чаще используется как пищевое растение населением, проживающим в данном регионе. Заготовители реализуют на рынках обеспечивая спрос, однако листья *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) по очертаниям очень схожи с растениями вида *Conium maculatum* (L.), которые ядовиты, что следует учитывать при заготовке и диагностике сырья. Все части *Conium maculatum* (L.) (болиголов пятнистого) ядовиты из-за содержащихся в растении алкалоидов. Как известно, алкалоид кониин по силе действия соизмерим с ядом кураре. Симптомами отравления служат появление головокружения, тошноты, нарушение речи и глотания, слюнотечение и побледнение кожи, позже судороги, восходящий паралич с потерей кожной чувствительности, угнетение ЦНС; нарастающее удушье приводит к остановке дыхания [3, с. 189]. Цель данного исследования – выявление характерных отличительных особенностей морфолого-анатомических признаков, позволяющих идентифицировать *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) и диагностировать лекарственное растительное сырьё.

Объект нашего изучения – Купырь бутелистный или Кервель ажурный (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) семейства Зонтичные (Ариасеае) – однолетнее травянистое растение высотой до 50 см [4, с. 304]. Образцы купыря заготавливали на территории Кавказских Минеральных вод в пределах Машукского, Бештаугорского, Эссентукского лесных хозяйств. Применяли фармакогностические методы анализа. Макроскопический анализ осуществляли в соответствии с указаниями ОФС.1.5.1. Государственной Фармакопеи XIII издания. Внешние морфологические признаки определяли на свежих образцах и при естественном освещении. Микроскопический анализ проводили в соответствии с требованиями ОФС.1.5.3.0003.15 Государственной Фармакопеи XIII издания [5]. Временные микропрепараты делали по методике Г.Г. Фур-

ста на живых и фиксированных (в системе этиловый спирт 70% – глицерин – вода очищенная (1:1:1)) образцах. С живых образцов вегетативных органов *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) выполняли срезы. Применяли гистохимические методы исследования для обнаружения лигнинсодержащих тканей, обрабатывая микропрепараты флюоролюцином и концентрированной серной кислотой 50%, локализацию эфирного масла – реактивом Судан III, крахмальных зерен – реактивом Люголя. Микропрепараты рассматривали и фиксировали результаты с помощью микроскопа «Биомед-2» с тринокулярной насадкой объективами $\times 4$, $\times 10$, $\times 40$, окуляром $\times 10$. Микрофотосъёмку выполняли с помощью цифровой камеры 3.0mp cmos microscop edigital camera eyepiece new [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Макроскопическим анализом определены внешние признаки *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.). Корень стержневой, веретеновидной формы с поперечно-бороздчатой поверхностью, цвет корня снаружи серовато- или желтовато-белый и на изломе белый. Стебли полые, прямые, тонкие толщиной до 5 мм, редко слаборебристые зеленого цвета, иногда с сизоватой полоской, почти от основания ветвистые, под узлами слегка вздутые, коротко опушенные под узлами. Листья очередные, в очертании треугольно-яйцевидной формы, с нижней стороны по жилке наблюдаются редкие волоски. Листья располагаются в прикорневой розетке, у основания и по длине стебля. Нижние листья черешковые, трижды перисторассечённые без прилистников, черешки длиной от трёх до десяти сантиметров, переходящие в линейно-продолговатое влагалище, по краям плёнчатое и мягко-реснитчатое от опушения. Сегменты листа широкоовальной, ланцетной или яйцевидной формы, перисторассечённые, с острой верхушкой, волнистым или зубчатым краем, клиновидным основанием, с нижней стороны имеется рассеянное опушение. Сегменты второго и третьего порядков расположены на черешочках, а сегменты последнего порядка надрезаны на продолговато-яйцевидные острые доли (рис. 1). Верхние листья более мелкие, сидячие, с продолговатыми, по краям мягко-реснитчатыми, влагалищами.

Цветки мелкие, обоополые, венчик пятилепестный, лепестки продолговато-обратнойяйцевидные, на верхушке выемчатые длиной 1,2–2,5 мм, шириной 0,7–1,7 мм, белые или бело-розовые. Соцветие сложные зонтики, плоские или слегка выпуклые, в высоту 2,5–3,5 см, в ширину 4–8 см,

с 3–6 лучами, покрытые короткими волосками, особенно с нижней стороны, лучи зонтичков короче плода, на верхушке без коронки белых щетинок. Плод вислоплодник, в очертании узколанцетный, тёмно-коричневый, покрыт острыми сосочками, 7,0–10,2 мм длиной, 0,25–0,3 мм шириной. На выпуклой стороне мерикарпия имеется пять ребрышек. Зрелые плоды голые, линейные с носиком вдвое короче самого мерикарпия. Стебли и листья светло-зелёного цвета. Запах при растирании частей растения ароматный, анисовый. Вкус водного извлечения сладковатый.

Conium maculatum (L.) (болиголов пятнистый) является двулетним травянистым растением. На втором году растёт стебель с характерными пестрыми красно-бурыми крапинками в нижней части, без опушения и иногда с синеватым налётом. Растение имеет специфический «мышинный» запах. Однако растения первого года образуют лишь прикорневую розетку листьев, которые ошибочно заготавливают как кервель *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.). Прикорневые листья тройчатосложные, длинночерешковые, а составляющие их листочки тройчаторассечённые продолговато-яйцевидные непарноперисторассечённые. Стебли ветвистые, мелкобороздчатые, полые в верхней части. Взрослые экземпляры могут достигать до двух метров. Средины и верхние листья более мелкие с узкими

влагалищами, почти сидячие. Цветки белые мелкие, пятимерные, собраны в зонтики, в виде щитковидно-метельчатых соцветий с двенадцати-двадцатилучевыми зонтиками. Плоды – вислоплодники, распадающиеся на два мерикарпия, широкояйцевидные, слегка сжатые с боков, на спинке выпуклые с пятью зазубренными рёбрышками, брюшная сторона плоская с тонкой продольной канавкой. Плоды длиной до 3,5 мм, шириной до 2,0 мм. Созревшие плоды серо-зелёного цвета, более светлого к ребру.

Микроскопическим методом анализа установлены микродиагностические характеристики *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.). Корень на поперечном сечении имеет округлую форму. При вторичном строении выделяются два блока тканей: покровная ткань и центральный цилиндр. Покровная ткань представлена пробкой. Центральный цилиндр включает перицикл, флоэму, камбий, первичную и вторичную ксилему, паренхиму радиальных лучей. Перициклическая зона представлена паренхимными клетками. Во флоэме хорошо просматриваются ситовидные элементы и лубяная паренхима. Между ксилемой и флоэмой идентифицируется слой камбия, залегающий по всему периметру. Вторичная ксилема включает разноразмерные сосуды и максимально паренхиматизирована. Первичная ксилема триархна. Проводящие ткани образуют протостель.



Рис. 1. Купырь бутенелистный *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.)
(1 – внешний вид, 2 – фрагмент листа)

Микроморфология стебля изучена на поперечных срезах в верхней, средней и нижней частях растения в районе междоузлий. Стебель округло-ребристой формы. Покровная ткань представлена однослойной эпидермой. Субэпидермальная зона состоит из колленхимы уголкового типа, залегающей островками по всему периметру стебля, которая перемежается с участками ассимиляционной паренхимы (хлоренхимы). В паренхиме коры встречаются вместилища схизогенного происхождения. Эндодерма слабо дифференцирована. Наружный слой центрального цилиндра представлен перициклической склеренхимой, залегающей в несколько слоев (округлые слабо-одресневевшие клетки). Проводящая система пучковая, построена по типу эустели. Пучки открытые, коллатеральные, расположены в один круг, увеличиваясь в количестве сообразно поперечному сечению стебля. Сердцевинная паренхима представлена округло-гранистыми клетками выполняющей паренхимы (рис. 2).

Микроморфология черешка. Характерной особенностью черешка *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) является округло-седловидная форма. Проводящая система представлена элементарными и коллатеральными пучками дорзовентрального типа. Медианный пучок округлой формы, боковых пучков насчитывается шесть. Над флоэмным участком пучка диагностируются схизогенные вместилища. Эпидерма покрыта длинными кроющими простыми одноклеточными трихомами (рис. 3).

Лист. Эпидерма, находящаяся в срединной части полупластинки, изучена на временных препаратах, приготовленных методом отделения и просветления. При исследовании микропрепарата верхней эпидермы установлено, что антиклиналь-

ные стенки основных клеток прямые, устьица не встречаются, трихомы отсутствуют. На препарате нижней эпидермы антиклинальные стенки основных клеток сильно извилистые, устьица частые (гипостоматический лист), устьичный энцикл аномоцитного типа (рис. 4). Жилки покрыты прозенхимными эпидермальными клетками. Опушение нижней эпидермы представлено простыми одноклеточными трихомами, более длинными по жилке листа и короткими по его краю. На поперечном срезе листа над флоэмной частью жилки диагностируется вместилище схизогенного происхождения.

Трихомы многочисленны по краю листа, по жилке с нижней стороны листа и по краю листового влагалища (рис. 5).

В результате проведённых исследований можно выделить основные морфологические отличия купыря бутенелистного: стебли тонкие, почти от основания ветвистые, под узлами слегка вздутые, коротко-опушенные; листья в очертании треугольно-яйцевидные, с нижней стороны с мягкими волосками по жилке, нижние черешковые, переходящие в линейно-продолговатое, по краям плёчатое мягкореснитчатое влагалище; соцветия зонтики с 3–6 лучами, покрытые короткими волосками, особенно с нижней стороны, лучи зонтиков короче плода, на верхушке без коронки белых щетинок; зрелые плоды голые, линейные с носиком вдвое короче самого мерикарпия. Запах при растирании ароматный, анисовый. Среди микроморфологических признаков значимыми являются качество и количество трихом на разных частях растения, характерное строение клеток эпидермы, структура черешка, наличие схизогенных вместилищ стебля и черешка.

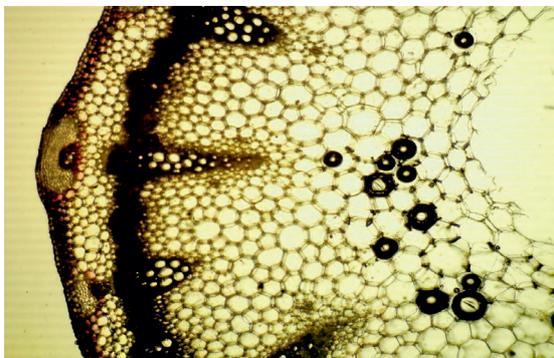


Рис. 2. Фрагмент поперечного среза стебля *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) (Ув. x 40)

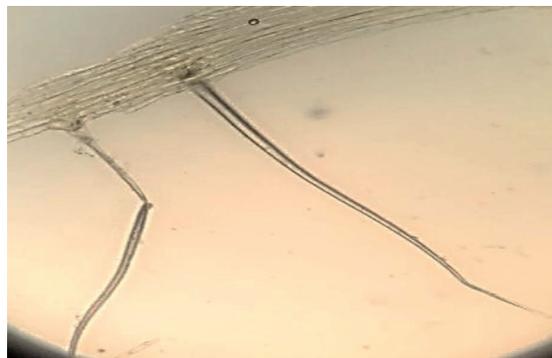


Рис. 3. Фрагмент эпидермы черешка листа *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) Простой волосок (ув. 10x40)

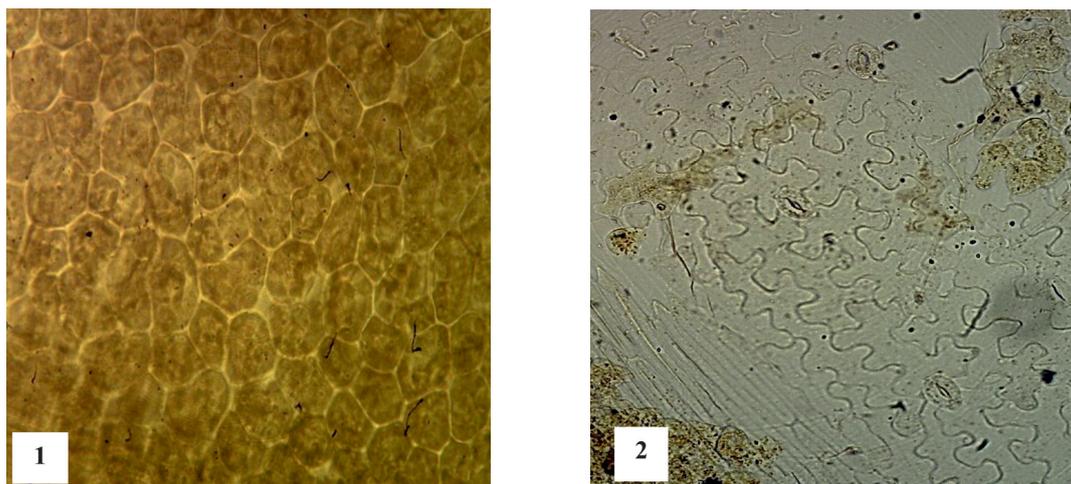


Рис. 4. Препарат эпидермы листа *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) (ув. x40)
1 – верхняя эпидерма, 2 – нижняя эпидерма

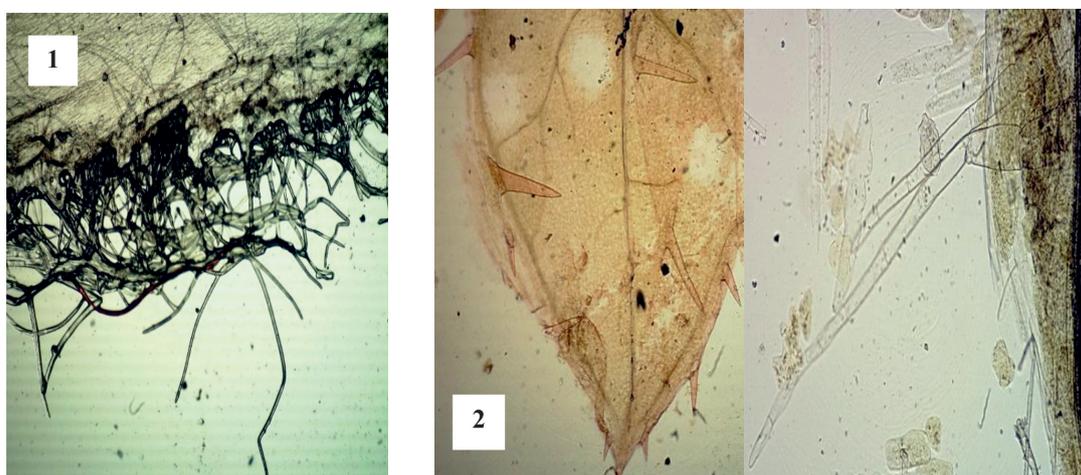


Рис. 5. Препарат с поверхности листа и листового влагалища *A. cerefolium* ((L.) Hoffm.).
1 – Многочисленные одноклеточные трихомы листового влагалища;
2 – Трихомы по краю листа и по жилке (Ув. x40)

Полученные результаты исследования позволили установить характерные морфологические и микродиагностические признаки, позволяющие диагностировать *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.), которые могут быть использованы при стандартизации лекарственного растительного сырья *Anthriscus cerefolium* ((L.) Hoffm.) при определении показателей подлинности.

Список литературы

1. Вдовенко-Мартынова Н.Н. Фармакогностическое изучение некоторых представителей флоры Северного Кавказа / Н.Н. Вдовенко-Мартынова, С.Г. Яковлева, А.А. Круглая // Since and Practice: new Discoveries Proceedings of materials the international scientific conference. Editors: I.M. Shvec, L.A. Ismagilova, V.A. Gur'eva, E.A. Telegina, V.I. Sedenko. – Karlovy Vary-Moscow, 2015. – С. 706–716.
2. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Rutaceae – Elaeagnaceae. – Л., 1988. – Т. IV. – С. 79–81.
3. Дементьев М.С. Медико-биологические воздействия на человека контактно опасных растений Северного Кавказа / М.С. Дементьев, С.А. Емельянов, Д.М. Дементьева // Современная наука и инновации. – 2016. – № 4 (16). – С. 188–191.
4. Зернов А.С. Определитель сосудистых растений Карачаево-Черкесской Республики / А.С. Зернов, Ю.Е. Алексеев, В.Г. Онищенко. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 459 с.
5. Государственная фармакопея РФ. – XIII изд. / МЗ РФ. – М., 2015. Т. 2, 3. – 1004 с.; – 1294 с.
6. Вдовенко-Мартынова Н.Н. Морфолого-анатомическое исследование листьев фейхоа *Feijoa Sellowiana* Berg / Н.Н. Вдовенко-Мартынова, Н.В. Кобыльченко, Т.И. Блинова, Х.М. Додова // Фармация и фармакология. – 2015. – № 1(8). – С. 4–10.

УДК 577.218

**ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНИТА НАТРИЯ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ
РАКОВЫХ КЛЕТОК СЕМЕННИКОВ МЫШИ И ЭКСПРЕССИЮ
мРНК СЕЛЕНОПРОТЕИНОВ SELV (SELENOPROTEIN V),
TGR (THIOREDOXIN-GLUTATHION REDUCTASE)
И GPX4 (GLUTATHION PEROXIDASE 4) В НИХ**

Гольтяев М.В., Варламова Е.Г.

ФГБУН институт биофизики клетки РАН, Пуццино, e-mail: admin@icb.psn.ru

Одним из наиболее распространенных соединений селена, рассматриваемых в качестве потенциально-противоракового агента, способного индуцировать образование АФК, торможение роста клеток, влиять на экспрессию проапоптотических генов и др., является селенит натрия. В работе исследовано влияние различных концентраций селенита натрия на жизнеспособность раковых клеток семенников мыши и его роль в регуляции экспрессии мРНК трех селенопротеинов, локализирующихся в семенниках и вовлеченных в процессы сперматогенеза млекопитающих. Учитывая важную роль селенопротеинов в регуляции процессов канцерогенеза, в первую очередь в качестве антиоксидантов, результаты данной работы являются весьма актуальными. Существенное снижение жизнеспособности раковых клеток линии F-9 наблюдалось при использовании 7.5 и 10.0 мкМ концентраций SS. Методом ПЦР в реальном времени выявлено, что при обработке клеток SS происходило увеличение экспрессии мРНК GPX4 и существенное снижение экспрессии мРНК TGR. Эти результаты не согласуются с ранее полученными данными о совместном функционировании двух ферментов в семенниках и дают основание полагать, что TGR может обладать онкогенными свойствами. Ни до, ни после действия на клетки SS мРНК SELV не была обнаружена, поэтому говорить об его участии/неучастии в процессах злокачественной трансформации рано. Результаты, полученные методом ПЦР в реальном времени, нашли своё подтверждение и при выполнении вестерн-блоттинга, и их можно рассматривать как начальный этап исследований роли селенопротеинов SELV, TGR и GPX4 в канцерогенезе.

Ключевые слова: селенит натрия (SS), тератокарцинома семенников, селенопротеины, селен (Se), активные формы кислорода (АФК)

**INFLUENCE OF SODIUM SELENITE ON THE VIABILITY OF MICE
TESTICLE CANCER CELLS AND THE EXPRESSION OF mRNA OF SELV
(SELENOPROTEIN V), TGR (THIOREDOXIN-GLUTATHION REDUCTASE)
И GPX4 (GLUTATHION PEROXIDASE 4) IN THEM**

Goltyaev M.V., Varlamova E.G.

Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, e-mail: admin@icb.psn.ru

One of the most common selenium compounds, considered as a potential anticancer agent capable of inducing the formation of ROS, inhibiting cell growth, influencing the expression of pro-apoptotic genes, etc., is sodium selenite. In this paper, the effect of various concentrations of sodium selenite on the viability of mice testicle cancer cells and its role in the regulation of mRNA expression of three mouse selenoproteins localized in the testicle and involved in spermatogenesis of mammals has been investigated. Given the important role of selenoproteins in the regulation of carcinogenesis, primarily as antioxidants, the results of this work are very relevant. A significant decrease in the viability of F-9 cancer cells was observed with 7.5 and 10.0 μM SS. The real-time PCR method revealed that the processing of SS cells resulted in an increase in the expression of GPX4 mRNA and a significant decrease in the expression of TGR mRNA. These results are inconsistent with the previously obtained data on the joint functioning of the two enzymes in the testes and suggest that TGR may have oncogenic properties. SELV mRNA was not detected either before or after the SS action on cells, so it is too early to talk about its participation / non-participation in malignant transformation processes. The results obtained by real-time PCR were also confirmed by Western blot analysis and can be considered as an initial stage in the study of the role of SELV, TGR and GPX4 selenoproteins in carcinogenesis.

Keywords: sodium selenite (SS), testicle teratocarcinoma, selenoproteins, selenium (Se), reactive oxygen species (ROS)

В последние годы накапливается всё больше информации о роли Se в регуляции процессов канцерогенеза [1–4]. Наиболее распространенным соединением Se, рассматриваемым в качестве потенциального противоракового агента, способного индуцировать образование активных форм кислорода (АФК) в опухолевых клетках, торможение их роста, влиять на экспрессию проапоптотических генов и др., является SS [1, 5, 6].

Кроме того, Se является компонентом 25 селенопротеинов млекопитающих, которые могут выступать как в качестве опухолевых супрессоров, так и обладать онкогенными свойствами [3], участвовать в поддержании оптимального антиоксидантного статуса в клетке, а также в регенерации и активации низкомолекулярных антиоксидантов (Q10, витаминов С и Е и др.). Поскольку одной из причин развития рака является усиле-

ние окислительного стресса в клетках, соединения селена рассматривают в качестве противоопухолевых агентов, однако этот эффект в значительной степени зависит от дозы и химической специфики. Известно, что более половины селенопротеинов млекопитающих обнаружены в семенниках, тогда как три из них (SELV, TGR и GPX4) локализируются и функционируют преимущественно в данном органе [7], но являются малоизученными. Ранее нами показано, что SELV- ядерно-цитоплазматический белок с глутатионпероксидазной и тиоредоксинредуктазной активностями [8, 9], мРНК SELV экспрессируется на протяжении всего постнатального развития, особенно в период полового созревания, в связи с чем рассматривается участие белка в процессах сперматогенеза и поддержания нормальной репродуктивной функции животных [10, 11]. Глутатионпероксидаза GPX4 экспрессируется на поздних стадиях сперматогенеза в сперматиде и участвует в процессах конденсации мужского гаплоидного генома, при его инактивации наблюдаются серьезные структурные нарушения в средней части сперматозоидов, ухудшение качества спермы, что может привести к бесплодию [12, 13]. TGR по своей структуре похож на две другие тиоредоксинредуктазы млекопитающих, но имеет дополнительный глутаредоксиновый домен на N-конце. Фермент преимущественно экспрессируется в семенниках, в ранних сперматиде и участвует в окислительно-восстановительных реакциях в процессе созревания сперматозоидов [14]. У мышей с недостатком Se выявлено снижение подвижности сперматозоидов и нарушение их морфологии, особенно в средней части, что согласуется с данными, полученными для GPX4 [13]. Наличие параллельной пространственной и временной экспрессии GPX4 и TGR, а также участие TGR в изомеризации дисульфидных связей, формирующихся между GPX4 и определенными белками сперматозоидов, предполагает, что оба фермента связаны функционально [15]. Однако до сих пор слабо исследована роль данных селенопротеинов в регуляции процессов канцерогенеза, в частности связанных с раком семенников, поэтому результаты, полученные в ходе данной работы, представляют весомый интерес.

Цель исследования

Изучить влияние SS на жизнеспособность раковых клеток семенников мыши, линия F-9 (тестикулярная тератокарцинома мыши), а также на уровень экспрессии мРНК генов трех селенопротеинов SELV,

TGR и GPX4 в данной клеточной линии до и после воздействия SS.

Материалы и методы исследования

Выделение РНК. Тотальную РНК из клеток F-9 (ЦКП «Коллекция культур клеток позвоночных», Санкт-Петербург) выделяли с помощью реагента Extract tRNA reagent («Евроген», Россия), содержащего раствор фенола и гуанидинизотиоционата. Реагент вносили на чашку Петри с клеточным монослоем из расчета 1 мл на 10 см² поверхности, выделение РНК согласно протоколу производителя.

Обратная транскрипция. Реакцию обратной транскрипции проводили с использованием набора реагентов для синтеза первой цепи кДНК («Евроген», Россия), содержащего ревертазу MMLV в присутствии oligo(dT)-праймеров. Используемое в реакции содержание суммарной РНК (2 мкг) контролировали, проводя параллельно амплификацию с праймерами к гену «домашнего хозяйства» GAPDH.

ПЦР в реальном времени. Полученную кДНК использовали в качестве матрицы для проведения ПЦР в реальном времени с помощью смеси qPCRmix-HS SYBR («Евроген», Россия) и праймеров, приведенных в таблице. Изменение уровня экспрессии мРНК до и после обработки SS, определяли по формуле

$$OUЭ = 2^{-\Delta\Delta C_t},$$

где ΔC_t – разница между значениями пороговых циклов для референсного (GAPDH-ген, кодирующий глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназу) и целевого генов (гены исследуемых селенопротеинов), $\Delta\Delta C_t$ – разница значений ΔC_t для каждого гена до и после обработки клеток SS. Каждый цикл эксперимента (выделение РНК, реакция обратной транскрипции, ПЦР в реальном времени) повторяли трижды.

Анализ вестерн-блот. Для идентификации исследуемых белков использовали метод иммуноблоттинга, для чего клетки отмывали фосфатно-солевым буфером и центрифугировали при 1 000 об/мин в течение 20 мин. Супернатант концентрировали с помощью центрифужных концентраторов Amicon Ultra 4–50 кДа («Merk Millipore», Россия), полученные образцы использовали для проведения ПААГ электрофореза в 10% разрешающем геле. Далее выполняли иммуноблоттинг с коммерческими антителами против исследуемых селенопротеинов и контрольного гена GAPDH и вторичными антителами, конъюгированными с пероксидазой хрена («Abcam», США).

Анализ жизнеспособности клеток после обработки SS. Для исследования жизнеспособности клеток в режиме реального времени – до, в момент и после оказания на них воздействия использовали анализатор iCelligence RTCA («ACEA Biosciences®», США). Предварительно подбирали концентрации SS («Sigma-Aldrich», США), существенно снижающих жизнеспособность раковых клеток. Клетки подращивали в специальных планшетах прибора в 500 мкл питательной среды (DMEM, 10% сыворотка) при 37°C в течение 24 ч, после чего добавляли раствор SS в концентрациях 1, 2,5, 5,0, 7,5 и 10,0 мкМ. Клетки инкубировали еще 48 ч, при 37°C, измеряя при этом клеточный индекс-показатель сопротивления электронного потока клеткам, находящимся в адгезивном состоянии, который вычисляли по формуле: (значение сопротивления в момент времени n – значение сопротивления в отсутствие клеток)/номинальное значение сопротивления. Процедуру повторяли трижды.

Последовательности праймеров, используемых для проведения реакции ПЦР в реальном времени

№ п/п	Название праймера	Последовательность прямого праймера 5'→3'	Последовательность обратного праймера 5'→3'
1	GAPDH	AACGGGAAGCTCACTGGC	CACCACCCTGTTGCTGTAGC
2	SELV	CCAGGTTACAGGGGAGTTTG	CAGCCACCATCAGAAAAGG
3	TGR	TGGTCGTGACTCCTGTACAAG	CCACATTTCATTGCAGCTG
4	GPX4	CCATGCACGAGTTTTCCG	AATTTGACGTTGTAGCCCC

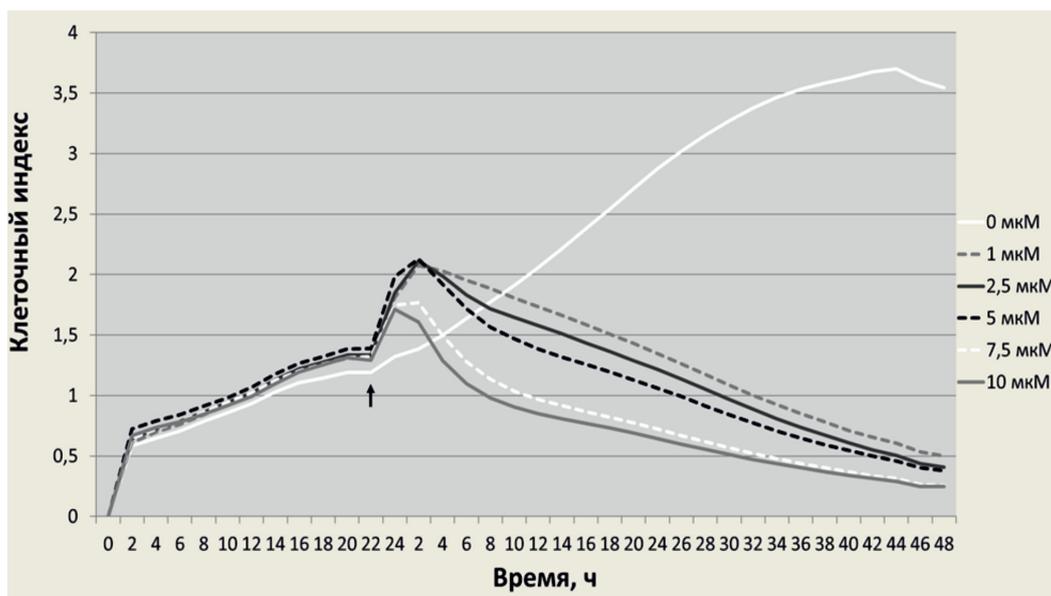


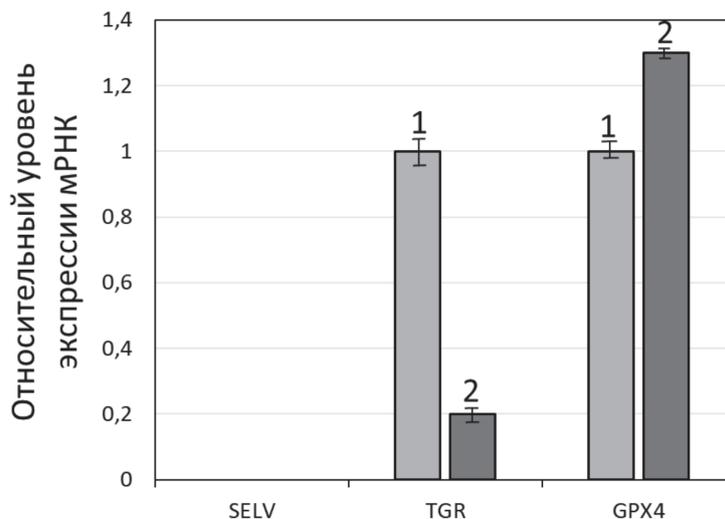
Рис. 1. Жизнеспособность клеток линии F-9 до и после обработки SS в концентрациях 1; 2,5; 5; 7,5 или 10 мкМ. SS добавляли через 24 ч после инкубации клеток в анализаторе. Стрелкой обозначен момент добавления SS к клеткам; измерение клеточного индекса проводили в течение 48 ч

Результаты исследования и их обсуждение

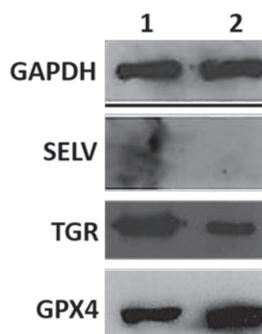
Анализ жизнеспособности клеток после обработки SS. Все используемые в данной работе концентрации SS (1; 2,5; 5,0; 7,5 и 10,0 мкМ) приводили к снижению жизнеспособности раковых клеток линии F-9 (рис. 1), наибольший эффект был достигнут при использовании 7,5 и 10,0 мкМ концентраций SS, что соответствует ранее полученным данным на клетках первичной эффузионной лимфомы (линия PEL) [1]. С химиотерапевтической точки зрения подбор концентрации SS является важным этапом в исследовании дозозависимого действия данного агента на конкретную клеточную линию, а также механизма, приводящего к гибели раковых клеток. Se, благодаря своей уникальной способности быть избирательно токсичным для опухолевых

клеток и не влиять на нормальные при его использовании в клинически допустимых субтоксичных дозах, рассматривается в качестве перспективного химиотерапевтического средства. В экспериментах по изучению влияния SS на регуляцию экспрессии мРНК SELV, TGR и GPX4 клетки F-9 обрабатывали 10,0 мкМ SS, анализ проводили спустя 24 ч воздействия.

Анализ регуляции SS на экспрессию мРНК SELV, TGR и GPX4. К настоящему времени доказана связь между действием SS и стрессом эндоплазматического ретикула, опосредованным высоким уровнем АФК. Поскольку большинство селенопротеинов обладают антиоксидантными свойствами, благодаря селеноцистеину, входящему в их состав, весьма интересным явилось установление изменения уровней экспрессии мРНК генов трех исследуемых в данной работе селенопротеинов.



А



Б

Рис. 2. А. Экспрессия генов селенопротеинов SELV, TGR и GPX4 в клетках F-9 до и после воздействия SS. А. Уровни мРНК SELV, TGR и GPX4 до (1) и после обработки 10 мкМ SS в течение 24 ч (2) относительно мРНК GAPDH (отн. ед.). За единицу принят уровень каждой из исследуемых мРНК в необработанных клетках. Значения представлены как среднее \pm SD по трем независимым экспериментам. Б. Электрофоретический анализ белков SELV, TGR и GPX4 до (1) и после обработки SS (2)

На рис. 2, А, представлены результаты ПЦР в реальном времени, которые свидетельствуют о том, что при обработке клеток SS происходило увеличение экспрессии мРНК GPX4, что ожидаемо в условиях усиленного окислительного стресса, вызванного действием SS, поскольку известно, что системы глутаредоксина и тиоредоксина являются основными в поддержании редокс гомеостаза в клетке. Однако обратный эффект наблюдался для гена TGR, для которого установлено существенное снижение экспрессии. Эти результаты не согласуются с ранее полученными данными о совместном функционировании двух ферментов в семенниках [13–15] и дают основание пола-

гать, что TGR может обладать онкогенными свойствами. Безусловно, эти предположения требуют подтверждения в более детальных исследованиях, где будет проанализировано влияние подавления экспрессии гена TGR в нормальных и раковых клетках семенников на пролиферацию клеток, экспрессию генов других селенопротеинов, опухолевых маркеров и др. Что касается третьего белка SELV, его мРНК не была обнаружена ни до, ни после действия на клетки SS, поэтому говорить об его участии/неучастии в процессах злокачественной трансформации рано. Результаты, полученные методом ПЦР в реальном времени, нашли своё подтверждение и при выполнении вестерн-блот анализа (рис. 2, Б).

Заключение

В настоящее время у исследователей в области биологии и медицины имеется понимание важности окислительно-восстановительных процессов для жизнедеятельности организмов в норме и при патологиях. Известно, что существует широкий спектр биологических молекул с антиоксидантными свойствами, которые классифицированы по ряду признаков, среди которых важную роль играют соединения Se. Поскольку одной из причин развития рака является усиление окислительного стресса в клетках, соединения Se рассматривают в качестве противоопухолевых агентов, однако этот эффект в значительной степени зависит от дозы и химической специфики. Однако результаты, полученные в данной работе, можно рассматривать как начальный этап исследований роли селена и селенопротеинов SELV, TGR и GPX4 в канцерогенезе, они требуют дальнейшего подтверждения в более серьезных исследованиях, направленных на изучение изменений, вызванных SS в раковых и нормальных клетках семенников с помощью различных независимых подходов: сайленсинг генов исследуемых селенопротеинов, анализ изменения экспрессии генов других селенопротеинов, опухолевых маркеров, а также известных участников регуляции ЭПР-стресса и др.

Работа поддержана стипендией Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам СП-2059.2016.4 и грантами РФФИ № 17-04-00356А, 18-34-00118 мол_а.

Список литературы

1. Shigemi Z., Manabe K., Hara N., Baba Y., Hosokawa K., Kagawa H., Watanabe T., Fujimuro M. Methylseleninic acid and sodium selenite induce severe ER stress and subsequent apoptosis through UPR activation in PEL cells // *Chem. Biol. Interact.* – 2017. – vol. 266. – P. 28–37.
2. Chan J.M., Darke A.K., Penney K.L., Tangen C.M., Goodman P.J., Lee G.M., Sun T., Peisch S., Tinianow A.M., Rae J.M., Klein E.A., Thompson I.M., Kantoff P.W., Mucci L.A. Selenium- or vitamin E-related gene variants, interaction with supplementation, and risk of high-grade prostate cancer in SELECT // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* – 2016. – vol. 25, no. 7. – P. 1050–1058.
3. Varlamova E.G., Cheremushkina I.V. Contribution of mammalian selenocysteine-containing proteins to carcinogenesis // *J. Trace Elem. Med. Biol.* – 2017. – vol. 39, no. 1. – P. 76–85.
4. Varlamova E.G., Goltyaev M.V., Fesenko E.E. Expression of human selenoprotein genes selh, selk, selm, sels, selv and gpx-6 in various tumor cell lines // *Dokl. Biochem. Biophys.* – 2016. – vol. 468, no. 1. – P. 203–205.
5. Guan L., Han B., Li Z., Hua F., Huanq F., Wei W., Yang Y., Xu C. Sodium selenite induces apoptosis by ROS-mediated endoplasmic reticulum stress and mitochondrial dysfunction in human acute promyelocytic leukemia NB4 cells // *Apoptosis.* – 2009. – vol. 14, no. 2. – P. 218–225.
6. Han B., Ren Y., Guan L., Wei W., Hua F., Yang Y., Yang T., Cao T., Dong H., Pan H., Xu C. Sodium selenite induces apoptosis in acute promyelocytic leukemia-derived NB4 cells through mitochondria-dependent pathway // *Oncol. Res.* – 2009. – vol. 17, no. 8. – P. 373–381.
7. Kryukov G.V., Castellano S., Novoselov S.V., Lobanov A.V., Zehtab O., Guigo R., Gladyshev V.N. Characterization of mammalian selenoproteomes // *Scienc.* – 2003. – vol. 300, no. 5624. – P. 1439–1443.
8. Варламова Е.Г. Внутриклеточная локализация селеновых белков млекопитающих: SELV (Selenoprotein V) и GPX6 (Glutathionperoxidase 6) / Е.Г. Варламова // *Фундаментальные исследования.* – 2011. – № 9. – С. 326–330.
9. Varlamova E.G., Novoselov S.V., Novoselov V.I. cDNA cloning and the expression and determination of substrate specificity of mice selenocysteine-containing protein SELV (Selenoprotein V) // *Mol. Biol. (Mosk.)*. – 2015. – vol. 49, no. 5. – P. 700–704.
10. Varlamova E.G., Novoselov V.I. The search of partners of a new mammalian selenium-containing protein V (SelV) and expression it's mRNA during ontogenesis and spermatogenesis // *Mol. Biol. (Mosk.)*. – 2012. – vol. 46, no. 2. – P. 276–284.
11. Goltyaev M.V., Varlamova E.G., Novoselov V.I., Fesenko E.E. Determination of mgpx6 and mselv gene mRNA expression during mouse postnatal development // *Dokl. Biochem. Biophys.* – 2014. – vol. 457, no. 2. – P. 132–133.
12. Maiorino M., Wissing J.B., Brigelius-Flohe R., Calabrese F., Roveri A., Steinert P., Ursini F., Flohe L. Testosterone mediates expression of the selenoprotein PHGPx by induction of spermatogenesis and not by direct transcriptional gene activation // *FASEB J.* – 1998. – vol. 12, no. 13. – P. 1359–1370.
13. Schneider M., Forster H., Boersma A., Seiler A., Wehnes H., Sinowatz F., Neumüller C., Deutsch M.J., Walch A., Hrabé de Angelis M., Wurst W., Ursini F., Roveri A., Maleszewski M., Maiorino M., Conrad M. Mitochondrial glutathione peroxidase 4 disruption causes male infertility // *FASEB J.* – 2009. – vol. 23, no.9. – P. 3233–3242.
14. Sun Q.A., Kirmarsky L., Sherman S., Gladyshev V.N. Selenoprotein oxidoreductase with specificity for thioredoxin and glutathione systems // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 2001. – vol. 98, no. 7. – P. 3673–3678.
15. Su D., Novoselov S.V., Sun Q.A., Moustafa M.E., Zhou Y., Oko R., Hatfi eld D.L., Gladyshev V.N. Mammalian selenoprotein thioredoxin-glutathione reductase. Roles in disulfide bond formation and sperm maturation // *J. Biol. Chem.* – 2005. – vol. 280, no. 28. – P. 26491–26498.

УДК 597.553.2:534.6(282.256.341)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ СИЛЫ ЦЕЛИ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ НА ЧАСТОТЕ 200 КГц**¹Макаров М.М., ²Дегтев А.И., ¹Ханаев И.В., ¹Кучер К.М., ¹Смолин И.Н.,
¹Небесных И.А., ¹Аношко П.Н., ¹Дзюба Е.В.**¹*ФГБУН Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук,
Иркутск, e-mail: mmmsoft@hlserver.lin.irk.ru;*²*ООО «ПромГидроакустика», Петрозаводск*

Байкальский омуль – основной промысловый вид озера Байкал, учет численности и биомассы которого является задачей рационального природопользования. Достоверные оценки запасов рыб гидроакустическим методом можно получить, применяя видоспецифичное уравнение зависимости силы цели от длины рыбы, согласованное с рабочей частотой гидроакустической аппаратуры. Цель исследования – определение коэффициентов зависимости акустической отражательной способности единичного экземпляра байкальского омуля от его длины на частоте 200 кГц. Экспериментальные работы проводили в 2010 г. на озере Байкал с борта НИС «Г. Титов». Были применены двухчастотные гидроакустические комплексы с трансдюсерами типа «один луч»: основной – на базе эхолота Furuno FCV1100 и референтный – в составе системы AsCor на базе эхолота Furuno LS6000. Живых рыб помещали в садок и проводили запись индивидуальных эхо-откликов. Для выделения сигнала от рыбы на фоне реверберационной помехи от садка применялся режим короткой длительности зондирующего импульса. Полученное видоспецифичное уравнение $TS = 20Lg(L) - 63,45$, согласованное с рабочей частотой гидроакустической аппаратуры 200 кГц может быть рекомендовано для расчетов биомассы байкальского омуля.

Ключевые слова: гидроакустический метод, сила цели, *Coregonus migratorius*, оз. Байкал**EXPERIMENTAL STUDIES FOR MEASURING THE TARGET STRENGTH OF THE BAIKALIAN OMUL AT THE FREQUENCY OF 200 KHZ****¹Makarov M.M., ¹Degtev A.I., ¹Khanaev I.V., ¹Kucher K.M., ¹Smolin I.N.,
¹Nebesnykh I.A., ¹Anoshko P.N., ¹Dzyuba E.V.**¹*Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, e-mail: mmmsoft@hlserver.lin.irk.ru;*²*«PromGidroakustika», Petrozavodsk*

Baikal omul is the main commercial species of Lake Baikal. Accounting for its population and biomass is a task of rational nature management. Reliable estimates of fish stocks using a hydroacoustic method can be obtained by using a species-specific equation of dependence of fish target strength from its length, consistent with the operating frequency of hydroacoustic equipment. The aim of the study was to determine the coefficients of dependence of the single fish acoustic reflectivity from its length for 200 kHz isonification frequency. Experimental works were carried out on Lake Baikal in 2010 from the board of the RV «G. Titov». Two-frequency sonar complexes with «one beam» type transducers were used: the main one was based on the Furuno FCV1100 echosounder and the reference one – on the Furuno LS6000 (as part of the AsCor system). Alive fish were placed in a cage and individual echo responses from it was recorded. To separate the fish echosignal from the reverberation and interference of the cage, a short duration pulses were used. The obtained species-specific equation $TS = 20Lg(L) - 63.45$ can be recommended for calculating the biomass of the Baikal omul on data obtained by 200 kHz hydroacoustic equipment.

Keywords: hydroacoustic method, target strength, *Coregonus migratorius*, Lake Baikal

Гидроакустические методы (ГАМ) широко используются для оценки и мониторинга популяций рыб [1]. Задача количественной оценки численности гидробионтов ГАМ решается в два этапа: 1) измерение акустических целей и 2) интерпретация набора полученных данных в значение абсолютной численности гидробионтов на обследованной акватории. При условии возможности видовой дифференциации зарегистрированных скоплений или отдельных особей метод позволяет восстановить размерную структуру исследованного комплекса рыб и, на основе соотношения длина – масса, определить общую биомассу рыб [2].

Изменчивость интенсивности эхо-сигналов от водных организмов обусловлена не только физическими факторами, связанными с передачей звука через воду, а также их биологическими особенностями [3]. Измерение интенсивности эхо-сигналов от рыбы достаточно сложно, так как зависит от размеров, формы и анатомии их тела, а также поведения [4]. Наиболее значимым параметром является наличие или отсутствие заполненного газом плавательного пузыря [5, 6]. Интенсивность эхо-сигнала от рыбы не менее чем на 90% определяется его отражением от плавательного пузыря [7].

Существующие методы определения силы цели (от англ. – Target Strength, *TS*) рыбы недостаточно точны, поскольку не обеспечены надежными рабочими стандартами. Разработка их с помощью анализа уловов не приносит хороших результатов из-за селективности орудий лова, отсутствия данных о распределении длин и поведении рыб [5]. Размер каждой особи восстанавливается из зарегистрированного эхолотом значения *TS*. Основной проблемой пересчета значения *TS* является получение адекватной видоспецифичной зависимости с учетом используемых в ГАМ рабочих частот эхолота. В 2006 г. специалистами Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) и Лимнологического института (ЛИН СО РАН) совместно были проведены экспериментальные работы по измерению *TS* байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) в садке [8]. Измерения проводили с помощью эхолота EY500 фирмы Kongsberg Simrad (рабочая частота 70 кГц) с антенной с расщепленным лучом ES 70-11 (диаграмма направленности 11 градусов) [9]. Использование гидроакустического комплекса с частотой 200 кГц требует повторного проведения эксперимента для уточнения силы цели.

Цель исследования – определение коэффициентов регрессионной зависимости линейно-логарифмического вида отражательной способности единичного экземпляра байкальского омуля от его длины при использовании частоты 200 кГц.

Материалы и методы исследования

Мера отражательной способности одиночной цели обычно определяется как сечение обратного рассеяния из соотношения интенсивностей падающей и возвращенной звуковой волны:

$$\sigma = 4\pi R^2 \frac{I_b}{I_i}, \tag{1}$$

где σ – сечение обратного рассеяния;
R – дистанция, на которой происходят измерения;

I_b – интенсивность сигнала, измеренная в середине отраженного импульса;

I_i – интенсивность сигнала, измеренная в середине падающего импульса.

В промысловой гидроакустике используется сила цели, значение которой определяется выражением

$$TS = 10 \lg \left. \frac{I_r}{I_i} \right|_{r=1}, \tag{2}$$

где *I_r* – интенсивность отраженной волны на единичной дистанции;

I_i – интенсивность падающей волны на единичной дистанции.

В промысловой гидроакустике зависимость *TS* рыбы от её длины обычно выражается в виде

$$TS = A \text{Log}(L) - B, \tag{3}$$

где *L* – длина рыбы, см;

A и *B* – эмпирические коэффициенты, (как стандарт принято *A* = 20).

Экспериментальные работы проводились с 12 по 20 октября 2010 г. на акватории озера Байкал вблизи мыса Толстый (Южный Байкал) с борта НИС «Г. Титов». В работе использовали два гидроакустических комплекса (табл. 1), основной и референтный.

Основной комплекс выполнен на базе эхолота Furuno FCV1100 с гидроакустической антенной типа «один луч». В качестве референтного комплекса использовалась система AsCor, на базе эхолота Furuno LS6000 [8, 10]. Калибровка обоих комплексов проводилась по стандартной схеме с использованием калибровочных медных сфер [9].

В работе использована аналогичная эксперименту 2006 г. установка (рис. 1). Садок размером 85x85x40 см был растянут между кольцами диаметром 3 м, находящимися на расстоянии ~10 м друг от друга. Над садком подвешивалась эталонная сфера диаметром 45 мм, с уточненной [9] силой цели *TS_{Sp}* = –36,2 дБ для рабочей частоты 50 кГц. Для частоты 200 кГц это значение составит $TS = TS_{Sp} + 0,9 \text{Log} \left(\frac{50}{200} \right) = -36,7$ дБ. Амплитуду максимального эхосигнала от рыбы сравнивали с амплитудой эхосигнала от сферы. Для работы были взяты рыбы из ставных неводов рыбоводного пункта «Култушная» Большереченского рыбоводного завода (Восточно-Сибирский научно-производственный центр рыбного хозяйства). Живых рыб по одному экземпляру помещали в садок на акустической оси антенны и проводили измерения силы цели на частоте 200 кГц. Общее количество проведенных измерений – 99 экз. в диапазоне промысловых длин от 237 до 368 мм.

Таблица 1

Основные параметры комплексов

Параметр	Furuno FCV1100	Furuno LS6000
Рабочая частота, кГц	200	200
Электрическая мощность на антенне, кВт	3	0,3
Используемая длительность импульса, мс	0,2	0,1
Тип гидроакустической антенны	Один луч	Один луч
Ширина диаграммы направленности антенны, град.	5,9	14,2
Интегральный фактор направленности антенны, дБ	–22,1	–14,1

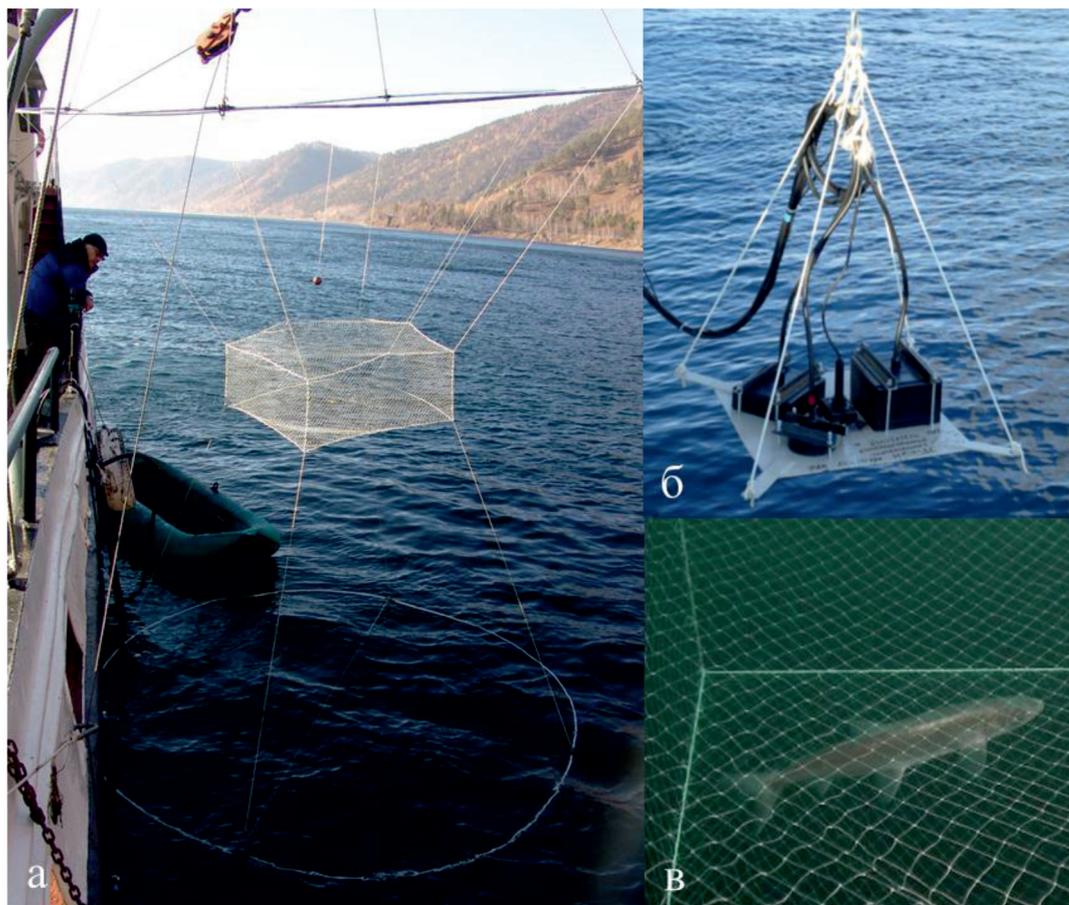


Рис. 1. Экспериментальная установка: а) садок на акустической оси антенны; б) комплекс гидроакустических антенн с рабочими частотами 28, 50 и 200 КГц; в) контрольный снимок подводной видеокамерой для подтверждения естественного положения рыбы в садке

После сеанса записи эхоотклика от рыбы проводили измерения ее промысловой длины. Камеральная обработка полученных записей проводилась в пост-процессинговой системе AsCoG [10]. Для этого выделялся фрагмент эхограммы с эталонной целью в том же диапазоне посылок, что и эхосигналы от рыб. Определялась поправка Δ на отклонение положения эталонной цели от акустической оси гидроакустической антенны. Вычислялось значение силы цели рыбы с учетом поправки Δ , для всех эффективных измерений (эхосигнал от рыбы контрастен на фоне эхосигнала от садка). Это зависело от жизнеспособности особи, находящейся в садке. В таком случае рыба активно перемещалась внутри садка и за достаточно длинную серию измерений контрастно регистрировалась. Серии измерений с нежизнеспособными особями, когда эхосигнал от рыбы маскировался эхосигналом от садка, в анализ не включались.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты измерений соотношения силы цели и промысловой длины рыбы, полученные основным и референтным комплексами, представлены на рис. 2. В табл. 2

приведены выражения зависимости силы цели и промысловой длины рыбы для полученных на каждом отдельном комплексе и обобщенных данных.

Для среднего значения TS , используемых в эксперименте рыб, равного – 34 дБ, разница в оценке промысловой длины рыб, на основном и референтном комплексах, составляет не более 3,2%, что не превышает точности методики. В работах ВНИРО использовалась низкая рабочая частота эхолота – 70 кГц, в наших экспериментах – высокая, 200 кГц. Для последующего сравнения полученной нами зависимости TS от промысловой длины рыб с данными ВНИРО [8], последнее было скорректировано на величину $\Delta = 0,9 \log\left(\frac{70}{200}\right) = -0,41$ дБ. Таким образом, уравнение получило вид $TS = 20 \log(L) - 63,69$. Результат сравнения представлен на рис. 3. Полученные в ходе выполненных работ, оценки и оценка ВНИРО лежат в пределах доверительного интервала – 95%, то есть статистически значимо неразличимы.

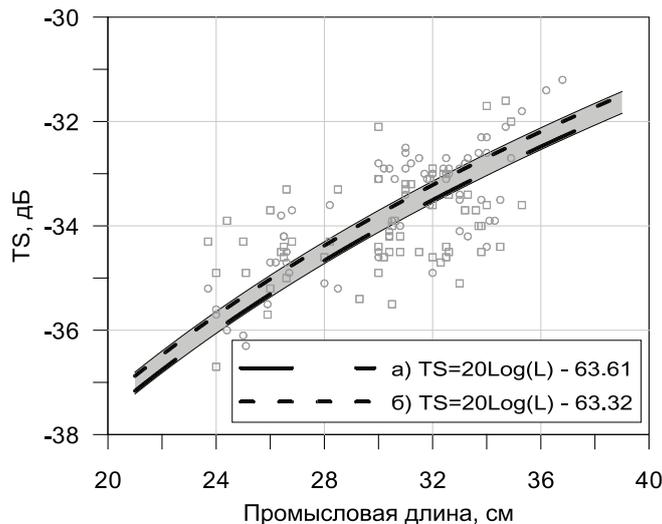


Рис. 2. Графики зависимости силы цели от промысловой длины рыбы, полученные: а – на основном комплексе и б – на референтном

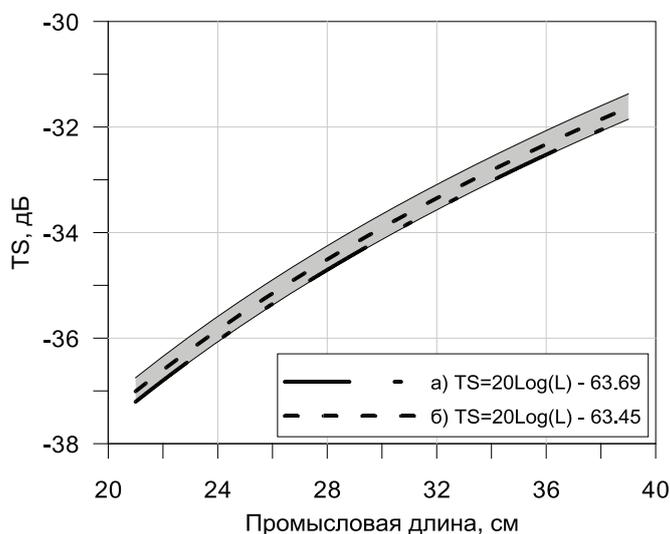


Рис. 3. Зависимости силы цели от промысловой длины рыб, полученные: а – на основе данных ВНИРО, пересчитанные для 200 кГц [8] и б – на основе наших данных

Таблица 2

Полученные выражения зависимостей

Комплекс	Выражение	Коэффициент корреляции
основной	$TS = 20\text{Log}(L) - 63,61$	0,47
референтный	$TS = 20\text{Log}(L) - 63,32$	0,79
по данным с обоих комплексов	$TS = 20\text{Log}(L) - 63,45$	0,66

Садок был выполнен из сетной дели, которая на частоте 200 кГц явилась достаточно хорошим отражателем. Амплитуда эхосигнала от садка не ниже, чем амплитуды сферы или рыбы. Поэтому был сделан вывод о неприменимости допущения о контрастности эхосигнала от рыбы в садке

и эхосигнала от самого садка для высокой рабочей частоты 200 кГц. На рабочей частоте нами использовался режим короткой длительности импульса (0,1 мс), что позволило разрешить эхосигнал от рыбы в садке и эхосигнал от самого садка, как реверберационную помеху. В промысловой гидроакусти-

ке принято считать, что если в озвученном объеме, определяемом по формуле (3), находится одна цель – то это одиночная цель, если больше, то говорят о множественных (групповых) целях.

$$V_s = \frac{c\tau\Psi R^2}{2}. \quad (4)$$

Критерием разрешения двух одиночных целей по дистанции может служить выражение

$$\Delta R > \frac{c\tau}{2}, \quad (5)$$

где ΔR – дистанция, на которой находятся две одиночные цели, подлежащие разрешению; c – скорость звука; τ – длительность посылки; Ψ – интегральный фактор направленности; R – дистанция.

Для референтного комплекса – $\Delta R = 7$ см, для основного – $\Delta R = 14$ см. При высоте садка ~ 40 см в диапазоне глубин между верхней и нижней его гранями оставалось достаточно места для разрешимой регистрации рыбы от садка, причем ее условия для референтного комплекса были более оптимальными, что, вероятно, обеспечило большую точность измерений и более высокое значение коэффициента корреляции.

В результате проведенных натуральных экспериментальных работ, камеральной обработки данных и их анализа получены эмпирические зависимости силы цели байкальского омуля от его промысловой длины, сходящиеся с данными других исследователей и соответствующие теоретическим ожиданиям [10]. Уравнение $TS = 20\text{Log}(L) - 63,45$ может быть рекомендовано для расчетов биомассы байкальского омуля на основе данных, полученных ГАМ с рабочей частотой гидроакустических комплексов 200 кГц. Тем не менее корректность применения стандартного коэффициента $A = 20$ (уравнение 3) может быть предметом дальнейших исследований. В многочисленных работах, в том числе по оценке запасов байкальского омуля [10], были использованы уравнения, в которых данный коэффициент значительно отличается от стандартного. Эти уравнения, получены преимущественно на основе траловых уловов рыб *in situ*. Отклонение от стандартного значения может определяться рядом факторов, например, таких, как аллометрические зависимости размеров рыбы и размеров плавательного пузыря. В условиях эксперимента, когда зависимость TS от L не обеспечена высокой корреляцией, оценить коэффициент A с достаточной точностью, с использованием регрессионной

модели, основанной на методе наименьших квадратов, не представляется возможным.

Уравнения со стандартным значением коэффициента A могут быть адекватно использованы, если они рассчитаны с наибольшей точностью для размеров рыб, дающих наибольший вклад в биомассу популяции. У омуля, как у большинства видов рыб, наибольшую биомассу дают особи в возрасте наступления массовой зрелости. У байкальского омуля возраст кульминации ихтиомассы составляет 6–8 лет, при промысловой длине особей 26–37 см [11, 12]. Однако целью ресурсных исследований обычно является не только текущая оценка запасов, но и прогнозирование их возможных изменений, для чего требуется восстановить, по возможности наиболее точно, размерную структуру популяции из значений TS .

Работа выполнена в рамках темы 0345-2016-0002 (AAAA-A16-116122110066-1) «Молекулярная экология и эволюция живых систем Центральной Азии в условиях глобальных экологических изменений». Авторы выражают благодарность за содействие в выполнении исследований директору Большереченского рыбободного завода В.Ю. Матанцеву.

Список литературы

1. Drastik V., Godlewska M., Balk H., Claburn P., Kubeca J., Morrissey E., Hateley J., Winfield I.J., Mrkvic T., Guillard J. Fish hydroacoustic survey standardization: A step forward based on comparisons of methods and systems from vertical surveys of a large deep lake // *Limnology and Oceanography: Methods*. – 2017. – vol. 15. no. 10. – P. 836–846.
2. Parsons, M., Parnum, I. and McCauley, R. Quantifying the acoustics packing density of fish schools with a multi-beam sonar // *Acoustics Australia*. – 2013, vol. 41, no. 1. – P. 107–112.
3. Horne J.K. The influence of ontogeny, physiology, and behaviour on the target strength of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) // *ICES Journal of Marine Science*. – 2003. – vol. 60. – P. 1063–1074.
4. Furusawa M. Prolate spheroidal models for predicting general trends of fish target strength // *Journal of the Acoustical Society of Japan (E)*. – 1988. – vol. 9, no. 1. – P. 13–24.
5. Ermolchev V.A., Zaferman M.L. Results of experiments on the video-acoustic estimation of fish target strength *in situ* // *ICES Journal of Marine Science*. – 2003. – vol. 60. – P. 544–547.
6. Manik H.M. Quantifying fish backscattering using SONAR instrument and Kirchhoff Ray Mode (KRM) model // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2016. – vol. 739, no. 1. – P. 1–12.
7. Foote K.G. Rather-high-frequency sound scattering by swimbladdered fish // *The Journal of the Acoustical Society of America*. – 1985. – vol. 78. – P. 688–700.
8. Измерение силы цели байкальского омуля для повышения точности оценки его запаса в озере Байкал / С.М. Гончаров [и др.] // *Рыбное хозяйство*. – 2008. – № 3. – С. 87–90.
9. Simrad EK60: Reference Manual. – SIMRAD, Norway. – 2012. – 253 p.
10. Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля / Н.Г. Мельник, Н.С. Смирнова-Залуми, В.В. Смирнов [и др.] // под ред. В.И. Кудрявцев, Е.В. Дзюба. – Новосибирск: Наука, 2009. – 244 с.
11. Базов А.В. Селенгинская популяция байкальского омуля: прошлое, настоящее, будущее / А.В. Базов, Н.В. Базова. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 352 с.
12. Соколов А.В. Методические аспекты рыбохозяйственного мониторинга состояния запасов омуля озера Байкал // А.В. Соколов, В.А. Петерфельд // *Известия КГТУ*. – 2011. – № 22. – С. 182–189.

УДК 631.112:[631.582+633.11]

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ В ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТАХ

Жарова Т.Ф.

ФГБНУ «Тувинский НИИСХ», Кызыл, e-mail: tatyanka.Zharova.66@mail.ru

Приводится экономическая оценка возделывания яровой пшеницы в полевых биологизированных севооборотах на темно-каштановой почве Республики Тыва. Показана возможность рационального и эффективного использования чистых, занятых и сидеральных паров. Улучшение питания растений в сидеральных парах способствует, уменьшению варьирования урожайности яровой пшеницы. Эффективность занятых паров по влиянию на урожайность яровой пшеницы уступает чистым и сидеральным парам. Применение в севооборотах сидеральных культур (донник, горох) способствует сохранению плодородия почвы – все это предопределяет необходимость оценки биологизированных севооборотов с точки зрения экономической эффективности. Установлено повышение рентабельности производства там, где в почву поступают органические удобрения (навоз 30 т/га), сидеральная масса полевых культур (107–117%). Наименьшие затраты энергии производства с 1 т продукции отмечены в севооборотах с донниковым паром – 2,77 ГДж/т (13,4% от севооборота с чистым паром). Расчетная прибыль (в рублях) в севооборотах с сидеральной культурой (горох, донник) повышается относительно контроля (в 1,05–1,2 раза) соответственно на 4,8–12,8%, урожайность повышается до 2,1–2,04 т/га. Разработанные технологии на темно-каштановой почве в условиях лесостепи Улуг-Хемской котловины Тывы могут применяться в фермерских хозяйствах.

Ключевые слова: лесостепь, яровая пшеница, темно-каштановая почва, севооборот, предшественник, чистый пар, сидеральный пар, занятый пар

ECONOMIC AND POWER EFFICIENCY OF TILL OF PREDECESSORS IS IN THE FIELD CROP ROTATIONS

Zharova T.F.

Tuva Agricultural Research Institute, Kyzyl, e-mail: tatyanka.Zharova.66@mail.ru

Provided economic evaluation of spring wheat in field biologized crop rotations on dark-chestnut soil of Tuva Republic. The increase of profitability of production where the soil receives organic fertilizers (manure 30 t/ha), green manure mass of field crops (107-117%). Lowest energy costs of production of 1 ton of product observed in crop rotations with donnikova ferry of 2.77 GJ/ton (13.4% of crop rotation with bare fallow). The estimated profit (in rubles) in crop rotations with green manure crop (peas, clover) increases relative to the control (1.05-1.2 times) respectively by 4.8 – 12.8 percent, yields increased to 2.1 to 2.04 t/ha. Shown the possibility of rational and efficient use of clean, employed and green manure vapors. Improvement of power plants in pairs of green manure helps reduce the variation of the yield of spring wheat. The effectiveness of the employed vapor pressure influence on the yield of spring wheat is inferior to a clean and green manure couples. Application in crop rotations green manure crops (clover, peas) helps to preserve the fertility of the soil, all this determines the need to assess biological and rotations from the point of view of economic efficiency. Developed technology on dark chestnut soil under forest Ulug-Chemskoj depression of Tuva can be received farms.

Keywords: forest-steppe, spring wheat, dark chestnut soil, crop rotation, predecessor, clean steam, syderal steam, occupied steam

Особого внимания в настоящее время в условиях сельскохозяйственного производства заслуживают приемы биологизации земледелия, которые позволяют экономично и рационально использовать природные ресурсы. Недооценка этих факторов приводит к повышению энергетических, материальных затрат, себестоимости и снижению рентабельности.

По мнению В.И. Кирюшина [1], А.А. Жученко [2], важнейшим направлением научных исследований в земледелии, на котором должны быть сосредоточены основные усилия, является изучение биологической продуктивности, для обоснования систем ведения земледелия, наиболее соответствующих типам природной среды, наличию материальных и энергетических ресурсов.

В республике Тыва повышение не только урожайности сельскохозяйственных культур, но и плодородия почвы в полевых севооборотах взаимосвязано с использованием внутренних ресурсов, и использование органического вещества в виде навоза, пожнивно-корневых остатков, возделывание в севооборотах культур, сидератов [3, 4].

Цель исследований – установить экономическую целесообразность использования сидеральных паров на темно-каштановых почвах в полевых севооборотах.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в полевом севообороте, заложенном в 2006 г. на экспериментальных полях Тувинского НИИСХ. Повторность трехкратная. Посевная площадь 515 м², учетная – 63 м². Расположение вариантов в опыте – систематическое. Агротехника

возделывания общепринятая в зоне деятельности института. Возделывали сорта яровой пшеницы сорта: Чагытай (2012–2014 гг.). Почвенный покров опытного участка представлен темно-каштановой легкосуглинистой почвой. В начале закладки опыта содержание гумуса в пахотном слое почвы составило 3,37%, общего азота – 0,20%, подвижного фосфора – 16 мг/кг, обменного калия – 224 мг/кг почвы.

Изучение влияния различных паров на плодородие почвы и урожайность яровой пшеницы проводилось в трехпольных севооборотах:

- 1) зернопаровой (контроль): чистый пар (контроль) – пшеница – пшеница;
- 2) зернопаровой: чистый пар + 30 т/га навоза – пшеница – пшеница;
- 3) сидеральный: сидеральный пар (донник) – пшеница – пшеница + донник;
- 4) зерновой с занятым паром: донник на зеленую массу – пшеница – пшеница + донник;
- 5) сидеральный: сидеральный пар (горох) – пшеница – пшеница.

Запашку донника на зеленое удобрение проводили в фазу цветения, гороха – молочной спелости.

В зернопаровом севообороте в чистом пару вносился полупревший навоз по 30 т/га с внесением минеральных удобрений под пшеницу перед посевом ($N_{40}P_{60}$).

В сидеральных парах запахивалась зеленая масса (горох и донник), минеральные удобрения вносились под пшеницу перед посевом ($N_{20}P_{60}$).

В занятых парах зеленая масса донника скашивалась в фазу начала цветения, минеральные удобрения вносили перед посевом пшеницы ($N_{20}P_{60}$).

Исследования проводили согласно методикам полевого опыта. Экономические расчеты проводились по технологическим картам.

Результаты исследования и их обсуждение

Применение биологических приемов в полевых севооборотах показало, что в засушливый год (2012) и умеренно увлажненный (2014 г.), прибавка урожая яровой пшеницы в полевых севооборотах с сидеральной культурой (горох, донник), выше, чем в году с избыточным увлажнением (2013 г.), в среднем соответственно на 0,1 т/га и на 0,05–0,22 т/га, (2,6–10,5%). В зернопаровых севооборотах с применением органики (навоз 30 т/га) в сравнении с контролем прибавка составляет соответственно от 6,9 до 8,3%.

Урожайность яровой пшеницы находится в тесной зависимости от климатических условий вегетационного периода. По влагообеспеченности и режиму среднесуточных температур); 2012 г. – недостаточно влажный (ГТК = 1,18); 2013 г. характеризуется как избыточно увлажненный (ГТК = 1,92); 2014 – умеренно влажный (ГТК = 1,29).

ГТК – Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова показывает уровень влагообеспеченности или влагонедостаточности территории. Рассчитывается по формуле

$$K = R \cdot 10 / \Sigma t,$$

где R представляет собой сумму осадков в миллиметрах за период с температурами выше +10 °C,

Σt определяет сумму температур в градусах °C за то же время.

В сравнении с чистым паром (контроль) урожайность яровой пшеницы в среднем была выше на 0,11 т/га по донниковому сидеральному пару и в зернопаровых севооборотах с применением органики (30 т/га навоза). Наименьшая урожайность по занятому донниковому пару меньше, чем после чистого пара (контроль) на 0,14 т/га.

Наиболее продуктивными были севообороты с сидеральными парами (горох, донник) выше, чем на контроле (чистый пар), на 27,3–40%. Причем выход кормовых единиц увеличивали не только паровые поля (18,6...21,5 ц.к.ед), но и сидеральные пары (30,8...25,6 ц.к.ед) и занятые пары (донник) – 24,9 ц.к.ед., занятые пары и сидеральные пары по выходу кормовых единиц по сравнению с зернопаровым севооборотом с применением органики (навоз 30 т/га) увеличивали выход кормовых единиц на 13,7–30,1% (табл. 1).

Одним из важнейших экономических показателей является рентабельность, означающая возмещение затрат, и обеспечение получения прибыли.

Авторы расчета рентабельности [5] предлагают определять по формуле

$$P = \frac{(C_{1+c1}) - E + (C_{2+c2}) - E_2 + \dots + (C_{n+c_n}) - E_n}{E_2 + E_2 + \dots + E_n} \times 100$$

или

$$P = \frac{\Sigma C_i - \Sigma E_i}{\Sigma_i},$$

где C_1, C_2, C_n – стоимость основной продукции возделываемых культур, полученной от применения удобрений, руб.;

c_1, c_2, c_n – стоимость побочной продукции, руб.;

E_1, E_2, E_n – суммарные затраты на применение удобрений под различные культуры севооборота, руб.;

ΣC_i – суммарная стоимость продукции, полученной от применения удобрений в севообороте на 1-й культуре, руб.;

ΣE_i – суммарные затраты на применение удобрений.

Таблица 1

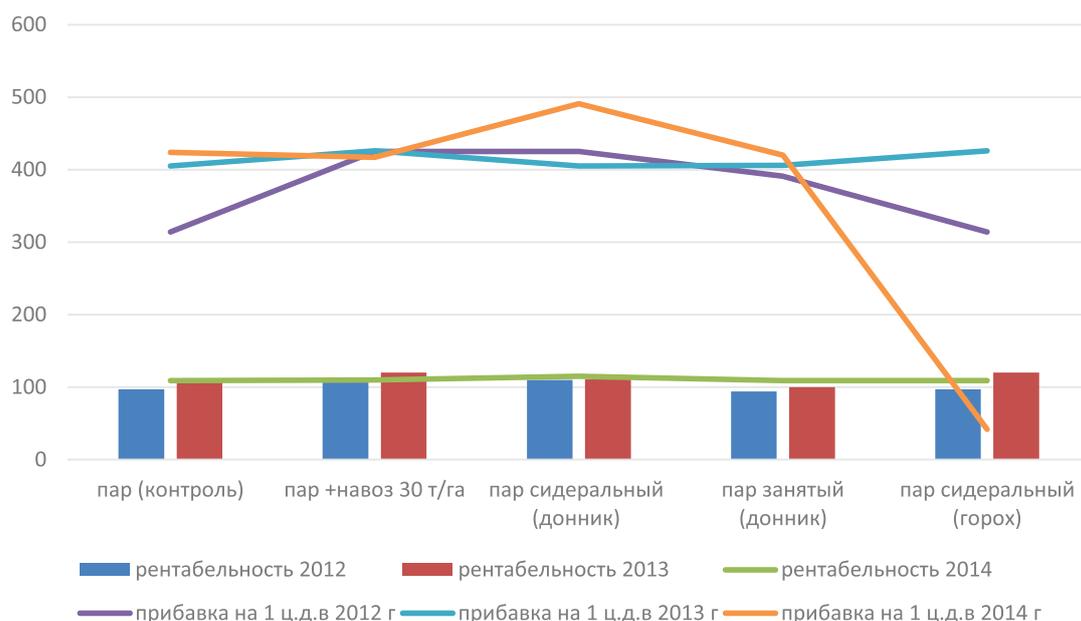
Урожайность и продуктивность яровой пшеницы в зависимости от предшественников и приемов биологизации (2012–2014 гг.)

Предшественник, прием биологизации	показатель	год			среднее
		2012	2013	2014	
Пар (контроль)	Урожайность, т/га	1,9	2,2	1,88	1,99
	Выход зерна с 1 га севооборотной площади, ц/га				
	Зерна ц.к.ед.	13,6 14,1	16,9 20,3	14,5 21,3	15,0 18,6
Чистый пар (навоз 30 т/га)	Урожайность, т/га	2,04	2,3	2,05	2,1
	Выход зерна с 1 га севооборотной площади, ц/га				
	Зерна ц.к.ед.	14,6 21,0	17,7 21,2	15,8 22,2	16,0 21,5
Прибавка, т/га +	Урожайность, т/га	+ 0,14	+ 0,1	+ 0,17	+ 0,14
Сидеральный пар (донник)	Урожайность, т/га	2,0	2,2	2,1	2,1
	Выход зерна с 1 га севооборотной площади, ц/га				
	Зерна ц.к.ед.	14,3 36,3	16,9 28,0	16,2 28,0	15,8 30,8
Прибавка, т/га +	Урожайность, т/га	+0,1	–	+0,22	+0,16
Занятый пар (донник)	Урожайность, т/га	1,73	2,0	1,82	1,85
	Выход зерна с 1 га севооборотной площади, ц/га				
	Зерна ц.к.ед.	12,4 30,6	15,4 20,0	14,0 24,0	13,9 24,9
Прибавка, т/га –	Урожайность, т/га	–0,2	–0,2	–0,06	–0,15
Сидеральный пар (горох)	Урожайность, т/га	1,9	2,3	1,93	2,04
	Выход зерна с 1 га севооборотной площади, ц/га				
	Зерна ц.к.ед.	13,6 28,7	17,7 24,0	14,1 24,0	14,2 25,6
Прибавка, т/га +	Урожайность, т/га	–	+0,1	+0,05	0,08

В приведенной формуле каждое из слагаемых числителя составляет доход по культуре, а знаменателя – издержки производства, связанные с применением удобрений. По результатам исследований К.И. Довбана [6] наибольшая рентабельность обеспечивается при запашке всей растительной массы сидерата (129–156%), несколько меньше она была при запашке корневых и пожнивных остатков (100–157%). Что подтверждается и нашими исследованиями. Экономический эффект ежегодно, независимо от условий вегетационного периода, составляет (прибавка на 1 ц. д.в) по сидеральным парам от 405–

491 руб., уровень рентабельности во всех вариантах в среднем по годам от 110–120% при запашке сидеральной массы (донник, горох) и в занятых донниковых парах (запашка корневой и пожнивной массы) рентабельность от 94–109%, прибавка на 1 ц.д.в соответственно от 394–420 рублей (рисунок).

Наиболее экономически выгодным в полевых севооборотах является возделывание яровой пшеницы на вариантах с сидеральными культурами (донник и горох) с уровнем рентабельности 117–107%, с себестоимостью одной тонны зерна 4150–4342 руб., расчетной прибылью 1 га – 13920–12763 руб.



Показатель рентабельности (%) и прибавки на 1 ц. действующего вещества, (руб.) (2012–2014 гг.)

Таблица 2

Экономическая и энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от предшественников и приемов биологизации в полевых севооборотах, (2012–2014 гг.)

Предшественник, прием биологизации	Урожайность, т/га	Затраты средств на 1 га, руб.	Цена реализации 1 т, руб.	Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	Себестоимость 1 т, руб.	Расчетная прибыль, руб на 1 т 1 га	Уровень рентабельности, %	Затраты энергии, ГДж/т
Пар (контроль)	1,99	11884	9000	24030	4451	4549 12145	102	3,20
Чистый пар (навоз 30 т/га)	2,1	11911	9000	25830	4150	4850 13920	117	3,15
Сидеральный пар (донник)	2,1	11911	9000	25830	4150	4850 13920	117	2,77
Занятый пар (донник)	1,85	11860	9000	23490	4544	4456 11630	98	3,12
Сидеральный пар (горох)	2,04	11897	9000	24660	4342	4658 12763	107	3,04

Расчеты показали – наименьшие затраты энергии производства с 1 т продукции отмечены в севооборотах с донниковым паром – 2,77 ГДж/т (13,4% от севооборота с чистым паром (табл. 2).

Выводы

1. Сидеральные пары на темно-каштановой почве республики Тыва показали себя эффективным агротехническим приемом для повышения урожайности яровой пшеницы. В засушливый и умеренно увлажнен-

ный годы урожайность составила 1,9–2,0 т/га, что на 0,1–0,22 т/га больше, чем после чистого пара (контроль).

2. Наиболее высокие экономические показатели обеспечили звено севооборота донник (сидерат) – пшеница и горох (сидерат) – пшеница, с уровнем рентабельности: 117–107%, расчетной прибылью 1 га – 13920–12763 рублей, с наименьшей затратой энергии производства с 1 т продукции 2,77–3,04 ГДж/т (13,4% от севооборота с чистым паром).

3. В целях повышения плодородия темно-каштановых почв и урожайности яровой пшеницы на удаленных участках, от фермерских хозяйств вместо чистых паров для замены навоза применять сидеральный, донниковый и гороховый пары. Зеленую массу донника использовать с учетом хозяйственной целесообразности (на удобрение или на корм).

Список литературы

1. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: Колос-с, 2011. – 443 с.

2. Жученко А.А. Научные приоритеты развития растениеводства в XXI веке / Жученко А.А // Вестник

российской сельскохозяйственной науки. – 2002. – № 2. – С. 9.

3. Сотпа А.С. Влияние видов пара на свойства темно-каштановых почв Тывы и урожайность пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 3. – С. 12–18.

4. Жарова Т.Ф. Биологические приемы повышения плодородия почвы и урожайности яровой пшеницы // КрасГАУ. – 2016. – № 7. – С. 161–166.

5. Кабо Л.Д., Косынкин А.А., Шитко В.Ф., Айзенберг В.И., Краева Е.С., Крайнов В.И., Мачехин А.И., Михайлов Т.В., Просин В.С., Прижуков Ф.Б., Степанов Ю.Г., Хорохорин А.Г., Хоружий Ф.И., Чурсин А.М., Чуркин И.Н., Юркин В.И. Справочник по планированию сельского хозяйства. – М.: Колос, 1981. – С. 97.

6. Довбан К.И. Зеленое удобрение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.

УДК 631.417

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ МНОГОЛЕТНЕЙ ЗАЛЕЖИ**¹Журлов О.С., ²Грудинин Д.Г., ³Яковлев И.Г.**¹*Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург, e-mail: jurlov1968@mail.ru;*²*Институт степи УрО РАН, Оренбург*

В статье обсуждаются методические особенности отбора проб почвы для физико-химического, бактериологического и метагеномного анализа. С помощью метода отбора проб почвы из равноудаленных точек показана неравномерность распределения физико-химических показателей по площади экспериментального участка и их зависимость от неоднородности рельефа залежи. Многолетняя залежь была представлена черноземом южным, щелочным, с градиентом распределения pH от 7,5 до 8,5 единиц. Диапазон варьирования физико-химических показателей на участке площадью 1 га составил по органическому веществу ($1,4 \pm 0,3\%$ – $5,4 \pm 0,5\%$), аммонийному ($12,3 \pm 1,2$ – $26,7 \pm 2,7$ мг/кг) и нитратному азоту ($0,9 \pm 0,1$ – $3,9 \pm 0,6$ мг/кг). Содержание органического вещества слабо коррелировало с количеством аммонийного и нитратного азота ($r = 0,34$; $r = 0,24$ соответственно) в почве. В работе обсуждается возможность применения метода отбора проб почвы из равноудаленных точек с GPS-позиционированием, в качестве единого методического приема наиболее точно отражающего особенности распределения физико-химических показателей по площади участка. Необходимость стандартизации методики отбора проб почвы связана с комплексными исследованиями процессов формирования микробных сообществ почв и фитоценозов и их мониторинг при изменении физических и химических показателей почвы.

Ключевые слова: почва многолетней залежи, аммонийный азот, нитратный азот, микроэкология почв

VARIABILITY IN THE PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF FALLOW LAND**¹Zhurlov O.S., ²Grudin D.G., ³Yakovlev I.G.**¹*Institute Cellular and Intracellular Symbiosis Ural Branch of RAS, Orenburg, e-mail: jurlov1968@mail.ru;*²*Steppe Institute Ural Branch of Russian Academy Sciences, Orenburg*

The article discusses of methodological characteristics of soil sampling for physico-chemical, bacteriological and metagenomic analysis. Using the method of soil sampling from equidistant points shows the uneven distribution of physico-chemical indicators of area the experimental plot and their dependence on heterogeneity of relief of fallow land. The fallow land was presented by the southern black soil, alkaline, with a gradient distribution of pH from 7.5 to 8.5 units. The range of variation physico-chemical indicators on plot of 1 he was organic ($1.4 \pm 0.3\%$ – $5.4 \pm 0.5\%$), ammonium (12.3 ± 1.2 – 26.7 ± 2.7 mg/kg) and nitrate nitrogen (0.9 ± 0.1 to 3.9 ± 0.6 mg/kg). The organic matter content correlated poorly with amount of ammonium and nitrate nitrogen ($r = 0.34$; $r = 0.24$, respectively) in the soil. The paper discusses the possibility of applying the method of soil sampling from equidistant points with GPS-positioning, as a single methodological technique that most accurately reflecting the characteristics of the distribution of physico-chemical indicators on the area. The need for standard methods of soil sampling, associated with comprehensive research of processes of formation of microbial communities of soil and plant communities and their monitoring in the change of physical and chemical parameters of the soil.

Keywords: fallow land, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, microecology of soil

Научно-методическая разработка вопросов повышения плодородия почв, эффективности «самовосстановления» и рекультивации земель сельскохозяйственного назначения являются актуальной задачей агроэкологии. В Российской Федерации в течение последних десятилетий в силу политических и экономических преобразований прекращено использование более 30% пахотных угодий [1].

Проблема медленного восстановления залежных земель обусловлена медленной сукцессией бурьянистой растительности, представленной однолетними и двухлетними травами и типичными представителями степных фитоценозов [2]. Кроме того, мониторинг сукцессии фитоценозов многолетней залежи невозможен без анализа всего комплекса показателей (физико-химических, гидротерми-

ческих, биологических и т.д.), в пределах почвенно-климатической зоны.

Однако отсутствие единых требований к отбору проб почвы для агрохимического, микробиологического и метагеномного анализа сильно осложняет эту задачу. Для отбора проб почвы аккредитованные организации используют несколько методик [3–7]. Зачастую исследуемая территория неоднородна (особенности микрорельефа, мозаики почвенного покрова и т.д.), что оказывает влияние на распределение растительности и микробных сообществ почвы [8]. Рекомендуемые методики отбора проб, для выработки рекомендаций для всего исследуемого участка, используют усреднение изучаемых показателей, сглаживая эту неоднородность. Такой подход диктуется «старыми», трудоемкими мето-

дами исследования и анализом типичных, «доминирующих» для территории объектов и их свойств, которые экстраполируются на весь изучаемый участок.

Сегодня методы анализа проб почвы являются менее ресурсозатратными и более экономичными, как с точки зрения использования времени, количества отбираемого материала, так и затрачиваемых реактивов.

Несмотря на это, до сих пор нет метода, который отвечал бы запросам автоматизации отбора проб на целый спектр показателей, в котором каждая точечная проба характеризовала бы изучаемые показатели в определенном секторе поля. Стандартизация методик отбора проб почвы и их интеграция в единый методический прием позволит в будущем проводить комплексный мониторинг физико-химических характеристик и микробных сообществ почв при изучении сукцессий фитоценозов.

Целью исследования явился анализ агрохимических показателей участка многолетней залежи с помощью метода отбора проб из равноудаленных точек.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на территории Переволоцкого района Оренбургской области, в 10 км к юго-востоку от пос. Переволоцкий на участке трехлетней залежи с координатами 51° 49' с.ш. и 54° 19' в.д. Общий характер рельефа участка – слабоволнистая равнина с хорошо выраженными микрозападинами. Климатические условия, характерные для Центрального Оренбуржья, среднегодовое количество осадков 300–350 мм. Почвенный покров представлен черноземами южными маломощными, со слабощелочными значениями pH.

Отбор проб почвы для агрохимического анализа производился на участке залежи 100×100 м. На первом этапе исследования была создана карта-схема участка многолетней залежи с равноудаленными (25 м) точками для отбора проб почвы. Отбор точечных проб производился в узлах сетки, в пределах окружности с центром в точке GPS-позиционирования (радиусом 50 см), разделенным на 8 секторов. Для отбора проб почвы использовали оригинальные пробоотборники (автоклавируемые алюминиевые цилиндры 25×150 мм). Глубина отбора проб составляла 150 мм, горизонт $A_0 - A_1$ [9].

Агрохимический анализ проводился на базе испытательного центра Федерального государственного учреждения Государственный центр агрохимической службы «Оренбургский»: содержание органического вещества [10], аммонийного азота [11], нитратного азота [12], pH водной вытяжки почвы [13]. GPS-позиционирование проводили с помощью GPS-навигатора «Garmin Oregon 300». Карта-схема градиента показателя pH была составлена с использованием системы MapInfo.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании результатов агрохимического анализа почвы, на участке мно-

голетней залежи 100×100 м, составлена карта-схема распределения значений pH почвы по площади экспериментального участка (рисунок). Неравномерность распределения значений pH (среднее значение из трех проб) в совокупности объединены в градиент распределения pH по всей площади участка. Диапазон варьирования показателя pH участка многолетней залежи находился в слабощелочной зоне (7,5–8,5 единиц).

Такая вариабельность pH объяснима лишь особенностями микрорельефа участка, оказывает влияние на формирующийся фитоценоз участка и состав микробных сообществ залежи. Особенности рельефа участка, представленного равниной с центрально расположенной ложбиной, характеризующейся в точках отбора проб (№ 21, 26) самым низким pH (7,5 ед.), в сравнении с максимальными значениями pH (8,5 ед.) в точках № 1, 2, 3, 6, 11, 15 (рисунок).

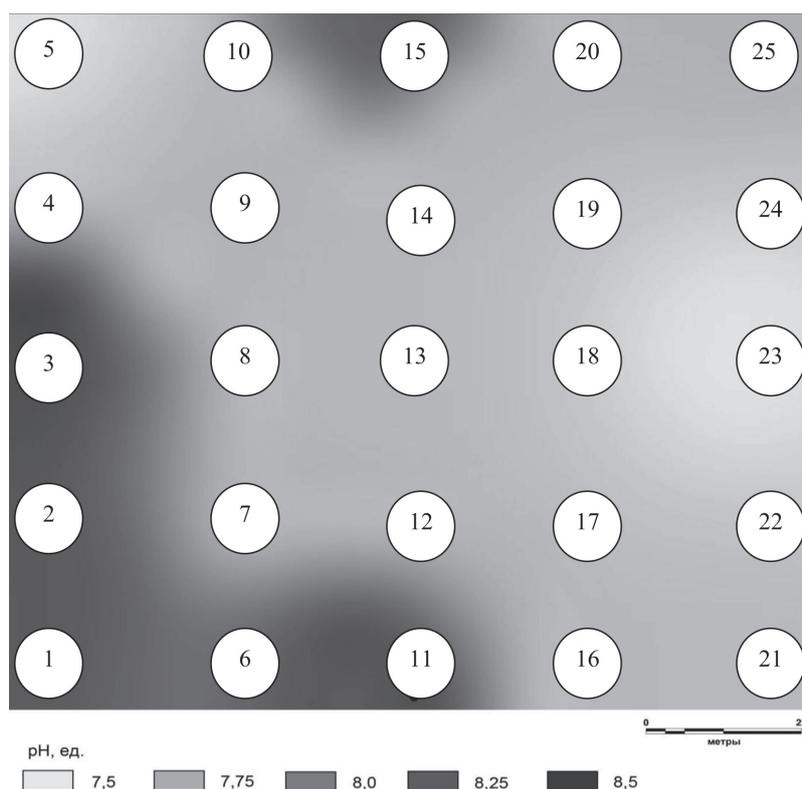
По всей видимости, на величину pH оказывает влияние микрорельеф участка, с более низкими значениями в ложбине, что, возможно, является следствием водной эрозией почвы и связано с аккумуляцией органического вещества, солей и более высокой влажности почвы.

Вместе с определением pH почвы были определены еще несколько агрохимических показателей, характеризующих плодородность почвы (органическое вещество, аммонийный и нитратный азот) и имеющих важное значение для формирования фитоценоза залежи.

Содержание органического вещества на участке многолетней залежи, обусловленное растительным опадом, имеет важное значение для создания поверхностного слоя подстилки, способствующей сохранению влажности почвы. В среднем для почв Центральной зоны Оренбургской области характерна низкая мощность гумусового горизонта (3–4%).

Кроме того, распределение органического вещества по площади участка подвержено влиянию микрорельефа.

Распределение органического вещества по площади экспериментального участка было неравномерно, с очагами концентрирования в точках № 1, 5 и 13 (таблица). При этом диапазон варьирования концентрации органического вещества составлял от 1,1% до 5,9%. Столь значительные колебания содержания органического вещества в почве залежи не могут не оказывать влияния на формирование фитоценозов и состав микробных сообществ и их метаболическую активность.



Карта-схема распределения значений pH на участке многолетней залежи

Содержание азота в почве, в зависимости от фракции, значительно отличалось. Относительно высокие концентрации аммонийного азота сочетались с низким содержанием нитратного азота. Распределение концентраций азота по площади участка было неравномерным (таблица).

Наиболее высокая концентрация аммонийного азота была в точке № 13 ($26,7 \pm 2,7$ мг/кг), а самая низкая в точке № 3 ($\leq 1,0$ мг/кг). Наибольшая концентрация нитратного азота, наиболее доступного для растений, составляла ($3,9 \pm 0,6$ мг/кг) в точке № 1, а наименьшая – в точках № 8, 13, 14, 21, 22, 25 ($0,9 \pm 0,2$ мг/кг). Высокие концентрации органического вещества слабо коррелировали с содержанием аммонийного ($r = 0,34$) и нитратного ($r = 0,24$) азота. Одной из возможных причин является низкое содержание микроорганизмов-нитрофикаторов в почве многолетней залежи или низкой их метаболической активности.

Таким образом, в результате применения единого методического приема, отбора проб почвы из равноудаленных точек с GPS-позиционированием показано, что распределение агрохимических показателей на участке многолетней залежи почвы носит неравномерный характер. Вариабельность агрохимических показателей почвы

в отдельных точках отбора проб зависела от неоднородности рельефа участка. Диапазон варьирования содержания органического вещества в почве залежи составлял от $1,4 \pm 0,3\%$ до $5,4 \pm 0,5\%$, аммонийного азота от $12,3 \pm 1,2$ мг/кг до $26,7 \pm 2,7$ мг/кг и нитратного от $0,9 \pm 0,1$ мг/кг до $3,9 \pm 0,6$ мг/кг. При этом содержанием органического вещества в почве многолетней залежи и количество аммонийного и нитратного азота, слабо коррелировали между собой, что может быть связано с низкой метаболической активностью микроорганизмов-нитрофикаторов, как следствие низкой влажности почвы.

Апробация методики отбора проб почвы из равноудаленных точек с GPS-позиционированием показала, что она отображает всё разнообразие распределения исследуемых показателей по площади экспериментального участка. Размер сетки пробоотбора зависит от неоднородности рельефа исследуемого ландшафта, чем она выше – тем меньше должно быть расстояние между точками пробоотбора. Неравномерность распределения значений агрохимических показателей по площади участка позволяет построить градиент распределения агрохимических показателей и наглядно демонстрирует ареалы с минимальными и максимальными их значениями.

Распределение агрохимических показателей по площади участка

Точка отбора пробы почвы	Координаты точки (GPS-позиционирование)	Органическое вещество, %	Массовая доля азота аммонийного, мг/кг	Массовая доля азота нитратного, мг/кг
№ 1	51°8256 с.ш. и 54°3277 в.д.	5,2 ± 0,5	14,8 ± 1,5	3,9 ± 0,6
№ 2	51°8255 с.ш. и 54°3280 в.д.	4,8 ± 0,5	12,3 ± 1,3	3,3 ± 0,3
№ 3	51°8256 с.ш. и 54°3284 в.д.	4,2 ± 0,6	≤ 1,0	1,3 ± 0,2
№ 4	51°8255 с.ш. и 54°3288 в.д.	4,7 ± 0,3	10,3 ± 1,2	1,5 ± 1,1
№ 5	51°8256 с.ш. и 54°3291 в.д.	5,4 ± 0,5	12,3 ± 1,2	1,7 ± 0,3
№ 6	51°8253 с.ш. и 54°3277 в.д.	1,3 ± 0,3	15,2 ± 2,3	2,7 ± 0,7
№ 7	51°8253 с.ш. и 54°3280 в.д.	1,7 ± 0,3	19,4 ± 1,7	2,3 ± 0,9
№ 8	51°8253 с.ш. и 54°3284 в.д.	5,3 ± 0,7	24,3 ± 1,6	0,9 ± 0,2
№ 9	51°8253 с.ш. и 54°3288 в.д.	5,2 ± 0,5	23,2 ± 0,9	1,2 ± 0,3
№ 10	51°8253 с.ш. и 54°3291 в.д.	4,7 ± 0,5	20,5 ± 1,5	1,1 ± 0,3
№ 11	51°8251 с.ш. и 54°3277 в.д.	1,4 ± 0,3	12,3 ± 1,2	1,2 ± 0,2
№ 12	51°8251 с.ш. и 54°3281 в.д.	4,1 ± 0,3	22,6 ± 0,8	1,3 ± 0,2
№ 13	51°8251 с.ш. и 54°3284 в.д.	5,4 ± 0,5	26,7 ± 2,7	0,9 ± 0,1
№ 14	51°8251 с.ш. и 54°3287 в.д.	4,6 ± 0,7	23,5 ± 1,9	0,9 ± 0,1
№ 15	51°8251 с.ш. и 54°3291 в.д.	4,2 ± 0,6	15,6 ± 1,6	1,2 ± 0,2
№ 16	51°8249 с.ш. и 54°3277 в.д.	1,7 ± 0,5	13,5 ± 1,3	1,1 ± 0,2
№ 17	51°8249 с.ш. и 54°3281 в.д.	3,8 ± 0,3	18,8 ± 2,1	1,3 ± 0,3
№ 18	51°8249 с.ш. и 54°3284 в.д.	4,2 ± 0,5	20,2 ± 1,3	1,2 ± 0,1
№ 19	51°8249 с.ш. и 54°3287 в.д.	4,5 ± 0,3	19,3 ± 1,7	0,9 ± 0,2
№ 20	51°8249 с.ш. и 54°3291 в.д.	4,3 ± 0,7	18,7 ± 1,9	1,3 ± 0,3
№ 21	51°8247 с.ш. и 54°3276 в.д.	4,8 ± 0,7	14,8 ± 1,5	0,9 ± 0,2
№ 22	51°8246 с.ш. и 54°3280 в.д.	4,3 ± 0,3	17,6 ± 1,2	0,9 ± 0,1
№ 23	51°8246 с.ш. и 54°3284 в.д.	4,5 ± 0,7	16,0 ± 1,6	1,1 ± 0,2
№ 24	51°8247 с.ш. и 54°3287 в.д.	4,5 ± 0,5	14,1 ± 0,9	1,3 ± 0,3
№ 25	51°8246 с.ш. и 54°3291 в.д.	4,6 ± 0,7	13,3 ± 1,3	0,9 ± 0,2

Таким образом, каждая точечная проба характеризует состояние изучаемых показателей в определенном секторе поля, а совокупность секторов с близкими характеристиками составляет ареалы внутри поля в целом, что, с одной стороны отображает разнообразие изучаемого показателя, а с другой, позволяет получить средние значения. Формирование общей пробы, при отборе проб почвы «стандартными» методами для метагеномного анализа, способствует увеличению доли «доминирующих» и снижению доли «минорных» таксонов, что может необъективно отображать распределение микробных сообществ на участке поля и не позволяет проанализировать зависимость распределения микробных сообществ от физико-химических показателей почв.

В последние 10 лет в почвоведении и агроэкологии активно развиваются разнообразные информационно-аналитические системы [14, 15]. Методика, отбора проб почвы из равноудаленных точек с GPS-позиционированием хорошо интегрируется

в эти системы, более того, ее можно автоматизировать и получать данные о состоянии почвы с построением карт-схем распределения агрохимических и биологических показателей почвы.

Актуальность стандартизации методики отбора проб почвы связана с активными исследованиями процессов формирования микробных сообществ почв и их мониторинг при изменении физических и химических показателей почвы. Поэтому необходимы совместные усилия почвоведов, микробиологов, молекулярных биологов и химиков для стандартизации методик отбора проб почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Оренбургской области в рамках научного проекта № 17-44-560976 p_a.

Список литературы

1. Романовская А.А. Органический углерод в почвах залежных земель России // Почвоведение. – 2006. – № 1. – С. 52–61.
2. Дзыбов Д.С. Научно-практические основы биологического метода исключения залежной растительности из

- сукцессионного процесса // Земледелие. – 2016. – № 2. – С. 13–17.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 487 с.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83. (СТ СЭВ 3847-82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введ. с 01.07.84 по 01.01.89. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 2 с.
5. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Введ. с 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 15 с.
6. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М., 1991. – 303 с.
7. Андронов Е.Е., Пинаев А.Г., Першина Е.В., Чижевская Е.П. Выделение ДНК из образцов почвы (методические указания). – СПб.: ВНИИСХМ РАСХН, 2011. – 27 с.
8. Добровольская Т.Г., Головченко А.В., Панкратов Т.А., Лысак Л.В., Звягинцев Д.Г. Оценка бактериального разнообразия почв: эволюция подходов и методов // Почвоведение. – 2009. – № 10. – С. 1222–1232.
9. Журлов О.С., Грудинин Д.А., Яковлев И.Г. Методические подходы к картированию микробных сообществ почв сельскохозяйственного назначения степной зоны // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 3–2. – С. 219.
10. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 8 с.
11. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 5 с.
12. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.
13. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.
14. Зайдельман Ф.Р., Ковалев Н.Г., Чумичева Г.Д., Никифорова А.А., Болатбекова К.С., Карманов И.И., Булгаков Д.С. Принципы и опыт составления агроландшафтных экологических почвенно-мелиоративных карт // Почвоведение. – 2004. – № 6. – С. 719–730.
15. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Будаков Д.А. Использование информационно-аналитической системы в почвенно-экологических исследованиях // Почвоведение. – 2007. – № 1. – С. 23–30.

УДК 634.11(575.2)

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА,
НАРАСТАНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ
И ПИГМЕНТНАЯ СИСТЕМА КУЛЬТУРНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ
(MALUS DOMESTICA BORKH.) ЮЖНОГО КЫРГЫЗСТАНА**

Тургунбаев К.Т.

*Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, Бишкек,
e-mail: kaban_tur@mail.ru*

Проведены исследования по изучению фотосинтетической деятельности в ассимилирующих органах, т.е. в листьях районированных сортов яблони на Юге Кыргызстана (Суйслеппер, Ричард Делишес, Голден Делишес, Ренет Симиренко). Была исследована динамика изменения продуктивности фотосинтеза, нарастание площади листовой поверхности и пигментная система. Одним из главных факторов, определяющих продуктивность фотосинтеза, и наиболее динамичным, является площадь листьев, которая в ряде случаев оказывается основным критерием потенциальных возможностей яблонь. Изучение пигментной системы и исследование динамики изменения соотношения основных компонентов в течение вегетационного сезона, сопоставление ведущих характеристик пигментного обмена разных сортов яблонь позволяют выявить влияние внутренних факторов на основные физиологические черты обмена, понять пути адаптации яблонь к условиям внешней среды. Для глубокого познания механизма фотосинтеза большое значение имеет вопрос о состоянии хлорофилла и других компонентов пластидного аппарата зеленого листа. Фотосинтетическая деятельность листового аппарата растений яблони зависит как от биологических особенностей сорта, так и от условий произрастания. Среди пигментов зеленого листа хлорофилл занимает особое место. Количество хлорофилла является важнейшим внутренним фактором, определяющим интенсивность фотосинтеза и урожайность растений. Наиболее важным показателем, дающим представление об особенностях протекания фотосинтеза и о возможностях яблони образовывать максимальный урожай, является мощность развития фотосинтетического аппарата. Основные фотосинтетические органы у яблони – листья, наиболее точное представление можно получить при помощи данных о содержании и изменении концентрации пигментов.

Ключевые слова: вид, яблоня, сорта, продуктивность фотосинтеза, химический состав, пигментная система, хлорофилл, ассимилянты, сухое вещество

**DYNAMICS OF CHANGES IN PHOTOSYNTHESIS PRODUCTIVITY, GROWING
OF LEAF SURFACE AREA, AND PIGMENT SYSTEM OF APPLE TREE CULTIGEN
(MALUS DOMESTICA BORKH) IN SOUTH KYRGYZSTAN**

Turgunbaev K.T.

Kyrgyz National Agrarian University. K.I. Skryabin, Bishkek, e-mail: kaban_tur@mail.ru

Studies have been carried out on the study of photosynthetic activity in assimilating organs, i.e. in the leaves of regional apple varieties in the south of Kyrgyzstan (Suislepper, Richard Delicious, Golden Delicious, Renet Simirenko). The dynamics of the change in the productivity of photosynthesis, the increase in the area of the leaf surface, and the pigment system were studied. One of the main factors determining the productivity of photosynthesis and the most dynamic is the area of the leaves, which in a number of cases is the main criterion for the potential possibilities of apple trees. The study of the pigment system and the study of the dynamics of the change in the ratio of the main components during the growing season, the comparison of the leading characteristics of the pigment metabolism of different apple varieties make it possible to reveal the influence of internal factors on the basic physiological features of metabolism, to understand the ways of adaptation of apple trees to environmental conditions. For a deep understanding of the mechanism of photosynthesis, the question of the state of chlorophyll and other components of the plastid apparatus of green leaves is of great importance. Photosynthetic activity of the leaf device of apple plants depends both on the biological characteristics of the variety and on the conditions of growth. Among the pigments of the green leaf, chlorophyll occupies a special place. The amount of chlorophyll is the most important internal factor determining the intensity of photosynthesis and the yield of plants. The most important indicator, giving an idea of the peculiarities of the course of photosynthesis and the possibilities of the apple tree to form the maximum yield, is the power of development of the photosynthetic apparatus. The main photosynthetic organs of the apple tree are the leaves, the most accurate representation can be obtained with the help of data on the content and change in the concentration of pigments.

Keywords: species, apple, varieties, photosynthetic productivity, chemical composition, pigment system, chlorophyll, assimilants, dry matter

Яблоня – наиболее распространенная плодовая порода в садах республики. В повышении урожайности садов наряду с передовой агротехникой большую роль играет правильный подбор сортов с учетом особенностей природно-экономических зон, а также изучение их эколого-биологи-

ческих и физиолого-биохимических особенностей [1].

Благоприятное почвенно-климатическое условие республики позволяет хозяйствам использовать богатый набор различных сортов яблони. Ученые заинтересованы в создании высокоурожайных

и устойчивых сортов для этого региона на основе изучения районированных сортов, возделываемых длительное время в республике. Формирование продуктивности плодового дерева является результатом деятельности сложной оптической системы, состоящей из множества физиологически неоднородных листьев, в которых процесс фотосинтеза происходит в разнообразных экологических условиях. Возраст и расположение листьев в кроне дерева влияет на уровень ассимиляции CO_2 .

Оценка фотосинтетической деятельности кроны плодового дерева в целом представляет сложное взаимодействие, которое складывается в растительном организме между его развитием, возрастом и ярусностью листьев, с одной стороны, и ходом различных физиологических и биохимических процессов, происходящих в растении, — другой. Воспроизводство и использование плодовых культур не могут быть полностью решены без детального и глубокого изучения эколого-биологических и физиологических особенностей жизнедеятельности культурных сортов яблонь [2].

По сравнению с травянистыми растениями процесс фотосинтеза у яблони не изучен. Климатические условия Юга Кыргызстана (влажность воздуха, свет, температура, освещенность и др.) имеют специфические особенности и оказывают значительное влияние на деятельность фотосинтетического аппарата растений. Данный вопрос приобретает большое значение, так как в республике обширные площади заняты плодовыми насаждениями.

Цель наших исследований заключалась в изучении основных процессов фотосинтетической деятельности в ассимилирующих органах, т.е. в листьях районированных сортов яблони в Южном Кыргызстане (Суйслеппер, Ричард Делишес, Голден Делишес, Ренет Симиренко).

Была изучена динамика изменения продуктивности фотосинтеза, нарастание площади листовой поверхности и пигментная система. Одним из главных факторов, определяющих результативность фотосинтетической деятельности и наиболее динамичных, является площадь листьев, которая в ряде случаев оказывается основным критерием потенциальных возможностей продуктивности яблонь. Изменение площади листовой поверхности и продуктивности фотосинтеза в листьях различных культурных сортов яблонь происходит по-разному.

Изучение пигментной системы и исследование динамики изменения соотношения основных компонентов в течение вегетационного сезона, сопоставление ведущих

характеристик пигментного обмена разных видов культурных сортов яблонь позволяют выявить влияние внутренних факторов на основные физиологические черты обмена, понять пути адаптации яблонь к условиям внешней среды. Для глубокого познания механизма фотосинтеза большое значение имеет вопрос о состоянии хлорофилла и других компонентов пластидного аппарата зеленого листа [3].

Суйслеппер. Летний сорт. Деревья среднерослые, пирамидальной формы. Рано плодоносят. Созревают в последней декаде июля. Ростовые побеги темно-коричневые с красноватым оттенком. Основная окраска плода белая или бело-зеленоватая с яркими молочно-розоватыми полосками, иногда покрывающими значительную часть плода. Плоды средней величины, вес 110 г. Мякоть белая, нежная, приятного кисло-сладкого вкуса.

Ричард Делишес. Сорт зимний. Деревья среднерослые, с широкой невысокой, сравнительно густой кроной, со смешанным типом плодоношения. Плоды крупные и средней величины. Мякоть кисло-сладкого вкуса, сочная, желтоватая, плотная. Плоды созревают во второй декаде сентября.

Голден Делишес. Зимний сорт, создан в США. Дерево среднерослое. Форма кроны у плодоносящих деревьев округлая или широкоокруглая. Рано вступают в плодоношение, созревают плоды в первой декаде октября, урожайные.

Плоды средних размеров, массой 120–190 г, удлиненно-округлоконической формы, зеленовато-желтые, с большими светло-коричневыми сочевичками, иногда с незначительным оранжевым румянцем. Мякоть желтовато-кремовая, плотная, сочная, мелкозернистая, ароматная, отличного кисло-сладкого вкуса. При хранении становится кремовой или светло-желтой. Дегустационная оценка — 4,6 балла.

Ренет Симиренко. Позднезимний сорт. Деревья сильнорослые, с широкоокруглой густой кроной. На поверхности плода порой встречаются бородавчатые образования, подвергнутые слою ржавчины. Кожица очень плотная, сухая, с умеренным восковым налетом. Мякоть при съеме бледно-зеленовато-желтая, очень хорошего кисло-сладкого вкуса. Плоды созревают в первой декаде октября. Плоды крупные — 150–200 г, округло-конические [4].

Фотосинтетическая деятельность листового аппарата яблони зависит от биологических особенностей сорта и от условий произрастания [5].

Изучение путей формирования урожайности яблони с небольшой площадью ли-

стве показывает, что несмотря на хорошее их освещение и более высокую интенсивность ассимиляции, продуктивность фотосинтеза снизилась. Несмотря на полный размер листовой поверхности, они не обеспечивают большего количества органического вещества. Ассимиляционная способность листьев зависит от их возраста и расположения листьев в кроне. Иногда эта величина имеет отрицательное значение, и ассимилянты полностью тратятся на дыхание [6].

Изменение площади листовой поверхности и продуктивности фотосинтеза в ассимилирующих органах различных сортов яблони происходит следующим образом: в июне месяце площадь листьев у всех сортов яблони меняется от 6,7 до 9,2 см², в июле она держится практически на одном уровне, а затем в августе достигает максимума – 16,4 см² (табл. 1).

Прирост сухого вещества, т.е. наибольшее накопление органических веществ, у всех сортов наблюдался в середине лета.

Колебания чистой продуктивности фотосинтеза могут быть связаны с онтогенетическими изменениями ассимиляционной деятельности. Наибольший прирост продуктивности наблюдается в июле почти у всех сортов (до 5,9 г/м² сутки) яблони, кроме сорта Ренет Симиренко (2,8 г/м² сутки).

Изменение размеров листьев и продуктивности фотосинтеза в наиболее активный период жизни, когда осуществляется быстрый рост, происходит у яблони с различной скоростью. Затем наблюдается спад прироста продуктивности, что объясняется появлением новых листьев, а следовательно, и увеличением их площади до максимума.

При расположении растений слишком близко друг другу листья перекрываются друг на друга, тогда самым нижним не хватает света, чтобы поддерживать фотосинтез выше точки компенсации. В загущенных посадках нижние и средние листья, из-за самозатенения мало фотосинтезируют и тратят на дыхание ассимилянты других листьев. В таких случаях биологический

урожай с единицы площади постепенно снижается.

Урожайными являются сорта, у которых листья рано формируются и долго живут. Растения произрастающие на высокогорье малоурожайны, так как у них интенсивность фотосинтеза только утром выше компенсационной точки, так как листья работают с большой интенсивностью недолго. В умеренном климате позднеспелые сорта урожайнее, так как у них фотосинтезирующий аппарат работает дольше. У скоропелых сортов продолжительность работы листьев значительно меньше, чем у позднеспелых. Где вегетационный период не прерывается неблагоприятными условиями (пониженные температуры, засуха), позднеспелые сорта дают большой урожай.

Для увеличения продолжительности работы листьев нужно увеличить продолжительность жизни хлоропластов. При быстром развитии оптимальной площади листьев, в увеличении продолжительности их работы в течение суток и всего вегетационного периода можно получить наибольший урожай [5].

Одним из наиболее важных показателей, дающих представление об особенностях протекания фотосинтеза и о потенциальных возможностях яблони образовывать максимальный урожай, является мощность развития фотосинтетического аппарата. Основные фотосинтетические органы у яблони – листья. Наиболее точное представление о фотосинтезе можно получить при помощи данных о содержании и изменении концентрации пигментов [7].

Среди пигментов хлорофилл занимает особое место для зеленого листа. Важнейший внутренний фактор определяется количеством хлорофилла, определяющим интенсивность фотосинтеза и урожайность растений. В процессе фотосинтеза именно с помощью хлорофилла происходит поглощение и трансформация энергии, используемой для образования органических веществ. А каротиноиды принимают активное участие в окислительно-восстановительных реакциях.

Таблица I

Изменение площади листьев и чистая продуктивность фотосинтеза яблони

Сорт	Площадь листьев, см ²			Фч. пр. г/м ² сутки		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Суйслеппер (Столовка розовая)	7,8 ± 0,35	13,6 ± 0,68	12,4 ± 0,49	2,6 ± 0,14	3,6 ± 0,14	3,2 ± 0,13
Ричард Делишес	8,8 ± 0,30	14,2 ± 0,51	16,4 ± 0,65	4,7 ± 0,18	5,9 ± 0,23	5,1 ± 0,15
Голден Делишес	9,2 ± 0,23	14,1 ± 0,36	15,2 ± 0,33	4,6 ± 0,13	5,2 ± 0,21	5,0 ± 0,12
Ренет Симиренко	6,7 ± 0,23	8,8 ± 0,29	9,2 ± 0,31	1,8 ± 0,02	2,8 ± 0,08	3,2 ± 0,09

Таблица 2

Содержание пигментов в листьях яблони, мг/г сухое вещество

Сорт	Хлорофилл			Сумма каротиноидов мг/дм ²	Сумма пигментов мг/г	Отношение хлорофиллов к каротиноидам
	а	в	а + в			
Суйслеппер (Столовка розовая)	2,64 ± 0,13	0,95 ± 0,04	3,59	0,28 ± 0,02	3,87	9:1
Ричард Делишес	2,32 ± 0,11	0,60 ± 0,03	2,90	0,31 ± 0,04	3,21	8:1
Голден Делишес	1,97 ± 0,09	0,57 ± 0,02	2,54	0,21 ± 0,01	2,75	12:1
Ренет Симиренко	2,86 ± 0,11	1,12 ± 0,05	3,98	0,52 ± 0,05	4,50	8:1

Учитывая значение этих пигментов в жизнедеятельности растений, нами было изучено содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях яблони 4-х районированных сортов Юга Кыргызстана (табл. 2).

Полученный экспериментальный материал показывает, что пределы колебаний количества пигментов почти у всех сортов яблони отмечены от 2,75–4,5 мг/г сухого веса. Преимущественно накапливаются зеленые пигменты с преобладанием фракций хлорофилла, максимум пигментов содержится у сорта яблонь Ренет Симиренко до 4,5 мг/г.

Установлено, что у сорта Голден Делишес отношение хлорофиллов к каротиноидам самое высокое 12:1. Видимо, это характеризуется большей фотосинтетической активностью, т.е. лучшим распределением специфического накопления хлорофиллов, что в конечном счете определяет формирование более жизнестойких сортов.

В вегетационный период максимальное количество хлорофилла было у Суйслеппера и Ренет Симиренко (3,59–3,98). А максимальное количество каротиноидов наблюдается в листьях сортов Ренет Симиренко и Ричард Делишес (0,31–0,52 мг/дм²). По проведенным наблюдениям, количество хлорофилла и каротиноидов в листьях у большинства сортов в августе уменьшилось. Это связано с тем, что со старением листьев уменьшается количество хлорофилла и каротиноидов. Это исследование подтверждается и другими исследователями. В работе В.П. Криворучко отмечается, что в зависимости от формирования кроны также изменяется накопление пигментов. В плоской кроне, где лучше освещенность, в зависимости сорта увеличивается содер-

жание хлорофилла и каротиноидов. Отмечено, что в листьях Ренета Симиренко происходит максимальное накопление зеленых и желтых пигментов и в то же время наблюдается наименьший прирост продуктивности фотосинтеза.

Таким образом, культурные сорта яблони южного Кыргызстана отличаются разнообразием по содержанию основных фракций пигментов, закономерно изменяющихся в онтогенезе листа яблони. С помощью формирования кроны, с плоской кроной, улучшая световой режим яблони, можно значительно увеличить количество пигментов.

Соотношение компонентов хлорофилла имеет большое значение в приспособлении растений к свету и неблагоприятным условиям и накоплении сухого вещества. В наших исследованиях было отмечено, что отношение компонентов хлорофилла в течение вегетации непостоянно и изменяется в зависимости от сорта и сезона времени.

Список литературы

1. Криворучко В.П. Эколого-биологические основы повышения продуктивности яблоневых садов Северного Кыргызстана: докторская диссертация. – Бишкек, 1998. – 224 с.
2. Шишкану Г.В. Фотосинтез яблони. – Кишинев: Изд-во «Штиинца», 1973. – 292 с.
3. Гегечкори Б.С., Кладь В.Г., Орленко С.Ю. Морфолого-анатомическое изменение органов деревьев яблони в зависимости от способов регулирования роста и развития // Научный журнал КУБГАУ. – 2013. – № 90(06). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/70.pdf> (дата обращения: 02.02.2018).
4. Вестник КНАУ. – 2010. – № 2 (18). – С. 46–50.
5. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. – М.: «Высшая школа», 2006. – С. 301–309.
6. Ермакова И.П. Физиология растений. – М.: Академия, 2005. – 592 с.
7. Медведев С.С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.

УДК 504.06:[542.8+551.521](574)

**РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА АТЫРАУ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН****Есенаманова М.С., Есенаманова Ж.С., Абуова А.Е., Наукеев Н.У.,
Дюсупов Е.Е., Хамитова И.Т.***Атырауский государственный университет имени Халелы Досмухамедова, Атырау,
e-mail: kense@atgu.kz*

В статье в качестве объекта радиационного мониторинга исследована территория города Атырау, расположенного в западной части Республики Казахстан. Атырауская область отличается развитой инфраструктурой в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающих отраслях, и в свою очередь город Атырау считают нефтяной столицей Казахстана. Город Атырау, как и все урбанизированные территории, подразделяется на соответствующие функциональные зоны. Одной из увеличивающихся по площади является жилая зона. Было проведено исследование в одной административной зоне и семи районах жилой зоны. Обследование проводилось дозиметрами РКС-01 и ДРГ-01Т1. Измерения проводились в 2017 году и результаты были сравнены с данными исследований, проведенных в 2012 году. Максимальное значение МЭД ГИ на обследованной территории равно 0,164 в 2012 году и 0,141 мкЗв/ч в 2017 году, что не превышает допустимых значений по ОСПОРБ 99/2010 п.5.1.6. По сравнению с 2012 годом в 2017 году значение МЭД уменьшилось с 0,009 до 0,03 мкЗв/ч, и только в двух точках отмечается небольшое увеличение в районах Привокзального и Областного акимата. По результатам исследований уровни гамма-фона в городе Атырау, радиационная обстановка удовлетворительная. За период исследований не было установлено мест аномально высоких уровней радиационного загрязнения.

Ключевые слова: радиационный мониторинг, город Атырау, жилая зона, мощность эквивалентной зоны**RADIATION CONTROL OF THE SELITABLE ZONE OF THE CITY OF ATYRAU
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN****Esenamanova M.S., Esenamanova Zh.S., Abuova A.E., Naukeev N.U.,
Dyusupov E.E., Khamitova I.T.***Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, e-mail: kense@atgu.kz*

In the article, the territory of the city of Atyrau, located in the western part of the Republic of Kazakhstan, was investigated as an object of radiation monitoring. Atyrau Oblast is characterized by a developed infrastructure in the oil-producing and oil-refining industries, and in turn the city of Atyrau is considered the oil capital of Kazakhstan. The city of Atyrau, like all urbanized areas, is divided into the corresponding functional areas. One of the increasing in area is the residential area. A study was conducted in one administrative zone and seven areas of the residential zone. The examination was carried out with dosimeters RKS-01 and DRG-01T1. The measurements were carried out in 2017 and the results were compared with the data of the studies carried out in 2012. The maximum value of the GER DER in the surveyed area is 0.164 in 2012 and 0.141 $\mu\text{Sv} / \text{h}$ in 2017, which does not exceed the allowable values for OSPORB 99/2010 p.5.1.6. Compared to 2012, in 2017 the value of the EDR decreased from 0.009 to 0.03 $\mu\text{Sv} / \text{h}$, and only in two points there was a slight increase in the areas of the Railway Station and the Regional Administration. According to the results of studies, gamma background levels in the city of Atyrau, the radiation situation is satisfactory. During the period of research, there were no places for abnormally high levels of radiation contamination.

Keywords: radiation monitoring, Atyrau city, residential area, equivalent zone capacity

Состояние радиационного фона городской территории имеет важное значение, так как городское население с каждым годом увеличивается. Неблагоприятная экологическая ситуация городов может привести к увеличению заболеваемости очень большого количества людей. Поэтому изучение радиационной обстановки может предотвратить риск увеличения болезней для людей. Радиационный фон окружающей среды образуется из природного радиационного фона и фона, образуемого промышленными предприятиями. Согласно данным Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) и Всемирной Органи-

зации Здравоохранения (ВОЗ) нормальным считается фон, при котором допустимым является уровень мощности эквивалентной дозы в 0,1–0,6 мкЗв/ч, свыше 0,6–1,2 мкЗв/ч признан повышенным [1].

Цели исследования

Провести радиационный контроль и мониторинг города Атырау, Республики Казахстан, который состоит в определении соответствия радиационных параметров нормативным и выявлении тех мест, где радиоактивные вещества накоплены или скапливаются в количествах, способных превысить допустимые дозы облучения.

Методы исследования

В результате проведенных исследований был использован аналитический метод, метод наблюдения и метод замеров с помощью дозиметров.

Результаты исследования и их обсуждение

Атырауская область, расположенная в западной части Республики Казахстан, считается нефтяной столицей, так как на ее территории расположены такие предприятия, как филиал «Аджиб Казахстан Порт Каспиан Оперейтинг Компани Н.В. в Республике Казахстан», ТОО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод», АО «ЭмбаМунайГаз», ТОО «Тенгизшевройл» и др.

Атырау – региональный центр Атырауской области. Население составляет 315,48 тыс. человек (45,5% всего населения региона). Территория города Атырау разделена на следующие функциональные зоны [2]:

- 1) жилой район;
- 2) общественная (общественно-деловая) область;
- 3) рекреационная зона;
- 4) зоны инженерной и транспортной инфраструктуры;
- 5) промышленные (производственные) зоны;
- 6) зоны специального назначения;
- 7) санитарные и защитные зоны;
- 8) резервные территории (градостроительные ресурсы).

Атмосферные загрязнители воздуха в Атырау являются крупнейшими предприятиями города, которые вносят значительные выбросы в атмосферу. Общий объем выбросов в атмосферу от этих предприятий до атмосферного воздуха составляет более 40 тыс. тонн в год.

Основная доля валовых выбросов рассматриваемых предприятий находится в Атырауском нефтепроводе (29,1%) и АО «Атырауский нефтеперерабатывающий завод» (27,8%). По процентной ставке Государственное муниципальное предприятие «Спецавтобаза» (18,1%), АО «Атырауская теплоэнергоцентр» (13,2%) и «Атырауский трубопроводный консорциум» нефтеперекачивающая станция (5,6%). Общие выбросы других предприятий (т/год) составляют менее 2 и даже 1% [3].

В то же время, по данным Департамента по защите прав потребителей Атырауской области, 26 производственных предприятий имеют 445 ионных источника закрытого типа. Увеличение добычи нефти и газа, в которых получаемые продукты могут воз-

действовать на загрязнения окружающей среды, в том числе на атмосферу приводят к загрязнению и почвы, что приводит к накоплению тяжелых металлов, нефтепродуктов и радионуклидов [4].

На территории области отмечено несколько участков радиоактивных аномалий, в основном на нефтепромыслах и вокруг территории бывших военных полигонов [5]. На полигоне в районе поселка Азгир в 1970–1980 годах прошлого века было произведено 17 подземных ядерных взрывов в целях создания подземных полостей для стратегических запасов топлива, в том числе нефти.

Выявлено 275 участков радиоактивного загрязнения природными радионуклидами – ураном, радием и торием, концентрации которых в десятки и сотни раз превышают радиационный фон, что связано с пластовыми водами, извлекаемыми из недр вместе с нефтью [6].

Жилищный сектор по области насчитывает 7,3 млн кв. метров общей площади, из них 7,1 млн кв. метров или 97,2% жилья находится в частной собственности. Территория города Атырау составляет 13 186 га [7].

Город Атырау делится на следующие микрорайоны:

Акжар, Томарлы, Жулдыз, Геолог, Береке, Привокзальный микрорайон, 1-й участок, Алмагул, Центральный, Жилой комплекс, Жилгородок Балыкши, Курилкино, Авангард, Нурсая, Самал, Жеруик, Жумыскер, Лесхоз, Сарыкамыс, Тулпар, Химпоселок, Черное Депо, Белое Депо, СМП-136, СМП-163 и многое другое.

Проведен пешеходный радиационный контроль территорий города Атырау и прилегающих к ней территорий общей площадью – 3,5 тыс. км².

Были обследованы территории (рис. 1, а, б) микрорайона Атырау, район дренажного моста на улице Молдагуловой, микрорайон Алмагуль, микрорайон Авангард, микрорайон Жилгородок, поселок Балыкши, микрорайон Привокзальный, и территория областного акимата. Большая часть исследованной территории относится к жилым районам, исследование которых позволит дать оценку радиационной безопасности для населения.

Измерения производились дозиметрами РКС-01 (рис. 2, а) и ДРГ-01Т1 (рис. 2, б), которые предназначены для оперативных измерений всех основных величин, характеризующих радиационную обстановку, а также для проведения работ по поиску источников всех основных видов ионизирующих излучений [8].



а)



б)

Рис. 1. Пешеходные измерения на территории г. Атырау



а)



б)

Рис. 2. Дозиметры, используемые при измерении

Значения мощности эквивалентной дозы

№ п/п	Место отбора	Измеренное значение МЭД, мкЗв/час (мкР/час)		Разница в измерении МЭД, мкЗв/час
		2015 г.	2017 г.	
1	Р-н. мкр. Атырау. Координаты: С 47°07,42,8 В 051°54,10,3	0,164 (16,4)	0,134 (13,4)	0,03
2	Р-н дренажного моста на ул. Молдагуловой. Координаты: С 47°08,23,4 В 051°54,39,1	0,16 (16)	0,136 (13,6)	0,024
3	Р-н мкр. «Алмагуль». Координаты: С 47°07,15,7 В 051°56,22,0	0,158 (15,8)	0,135 (13,5)	0,023
4	Р-н мкр. «Авангард», ул. Прибойная. Координаты: С 47°05,29,1 В 051°52,47,9	0,152 (15,2)	0,139 (13,9)	0,013
5	Р-н «Жилгородок» гостиницы «Райхан». Координаты: С 47°05,47,8 В 051°54,14,8	0,153 (15,3)	0,135 (13,5)	0,018
6	Пос. «Балышки» Ул. Дамбинская Координаты: С 47°04,28,6, В 051°53,04,3	0,149 (14,9)	0,140 (14,0)	0,009
7	Р-н «Привокзальный» мкр. 3 д. № 12 Координаты: С 47°07,19,0 В 051°56,59,5	0,138 (13,8)	0,139 (13,9)	-0,001
8	Р-н Обл. акимата. Координаты: С 47°06,29,6 В 051°54,56,7	0,133 (13,3)	0,141 (14,1)	-0,008
	Среднее значение	0,151 (15,1)	0,137 (13,7)	0,014 (1,4)

Измерения проводились в 2017 году, и результаты были сравнены с данными исследований, проведенных в 2015 году (таблица).

Максимальное значение МЭД ГИ на обследованной территории равно 0,164 в 2015 году и 0,141 мкЗв/ч в 2017 году, что не превышает допустимых значений по «Санитарно-эпидемиологическим требованиям к обеспечению радиационной безопасности» (СЭТОРБ-2015) п. 319 [9]. Абсолютно безопасными для детей и взрослых являются уровни радиационного фона составляющие 0,3 мкЗв/ч (30 мкР/час), т.е. под строительство жилых домов и зданий социально-бытового назначения отводятся участки с гамма-фоном, не превышающим 0,3 мкЗв/ч. По сравнению с 2015 годом в 2017 году значение МЭД уменьшилось с 0,009 до 0,03 мкЗв/ч, и только в двух точках отмечается небольшое увеличение в районах Привокзального микрорайона и Областного акимата (Атырауский областной акимат). Источников ионизирующих излучений и локальных радиационных аномалий на обследованной территории не выявлено.

Выводы

По результатам исследований уровня гамма-фона в городе Атырау, радиационная обстановка удовлетворительная. За период исследований не было установлено мест аномально высоких уровней радиационно-загрязнения.

Список литературы

1. О радиационной безопасности населения: Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 года № 219-І // Информационно-правовая система нормативных правовых ак-

тов Республики Казахстан. Режим доступа: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z980000219_ (дата обращения: 04.02.18).

2. Генеральный план города Атырау Атырауской области (включая основные положения): Постановление Правительства Республики Казахстан от «29» ноября 2016 года № 749. Режим доступа: <http://government.kz/ru/postanovleniya/postanovleniya-pravitelstva-rk-za-noyabr-2016-goda/1006458-ogeneralnom-plane-goroda-atyrau-atyrauskoj-oblasti-vklyuchaya-osnovnye-polozheniya.html> (дата обращения: 04.02.18).

3. Жмыхов А.А. Мониторинг земель Атырауской области: Аналит. обзор. – Атырау: Атырауский ЦНТИ, 2002. – 24 с.

4. Есенаманова М.С. Обезвреживание нефтезагрязненных почв биопрепаратами / М.С. Есенаманова, Ж.С. Есенаманова, А.Е. Абуова, Д.К. Рыскалиева, Д.С. Бектемиров, А.Е. Рысжан // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25534> (дата обращения: 12.01.2018).

5. Наукеев Н., Есенаманова М.С. Интегральные характеристики захватного гамма-излучения тяжелых водородсодержащих материалов (бетон) при захоронении радиоактивных отходов // Наука и техника: шаг в будущее – 2012: материалы VIII междунар. науч. конф. – Прага, 2012. – С. 88–90.

6. Дубинчин П.П. Радиоэкологическое обследование нефтеносных регионов // Вестник НЯЦ РК. Радиоэкология. Охрана окружающей среды. – 2000. – вып. 3. – С. 49–53.

7. Грановский Э.И. Проблемы устойчивого развития г. Атырау и Атырауского региона: Аналитический обзор. – Алматы: КазгосИНТИ, 2003. – 25 с.

8. Esenamanova M., Esenamanova Zh., Abuova A., Borasheva M. Assessment of Safety of the Method of Radioactive Waste Self-Burial in the Rock Salt Layer on the Basis of Simulation Modeling // Anais da Academia Brasileira de Ciencias (2017) 89 (4): 2608-2621 (Annals of the Brazilian Academy of Sciences) Printed version ISSN 0001-3765 / Online version ISSN 1678-2690 / [Электронный ресурс]. – URL: http://scielo.br.com/en/scielo.php?sci_issuetoc&pid=1/78&nrm=iso (дата обращения: 12.01.2018).

9. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности»: Приказ и.о. Министра национальной экономики Республики Казахстан от 27 марта 2015 года № 261. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 27 мая 2015 года № 11205. URL: https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premier_ministr_rk/zdravoohranenie/id-V1500011205/ (дата обращения: 05.02.18).

УДК 504.064:628.4.04

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ¹Салова Т.Ю., ²Громова Н.Ю.¹Санкт-Петербургский аграрный университет, Санкт-Петербург, e-mail: gnug@mail.ru;²Тверской технической университет, Тверь

Предложена методология количественной оценки техногенного риска, в основе которой использовали термодинамический метод моделирования экологических показателей дизельных энергоустановок при сгорании жидкого топлива для обоснования минимизации концентрации оксидов азота в отработавших газах. Применение методов физико-химического анализа позволило обосновать снижение содержания летучих растворителей в составе водоразбавляемых пленкообразующих систем. Для безопасного функционирования техногенных систем целесообразно использовать мониторинг объектов риска биотестированием для интегральной оценки факторов риска на экосистему. Регулирование стабильности природных экосистем, продуктивности почв и фитоценозов рекомендуется внесением гумификатора, полученного анаэробной ферментацией эффективными микроорганизмами целлюлозо-лигнинных отходов. Для усовершенствования методологии биоконверсии была разработана технологическая схема модуля ферментации целлюлозосодержащих отходов в биогаз, выдвинута гипотеза механизма биоконверсии СО сложных биохимических реакций, протекающих последовательно в виде системы уравнений, решение которой с помощью термодинамического метода позволит оценить выход и качество биогаза.

Ключевые слова: техногенный риск, физико-химический анализ, биотестирование, биоконверсия, целлюлозо-лигнинные отходы, биогаз, биогумус

EVALUATION OF TECHNOGENIC RISK OF ENERGY SYSTEMS¹Salova T.Yu., ²Gromova N.Yu.¹St. Petersburg State Agricultural University, St. Petersburg, e-mail: gnug@mail.ru;²Tver State Technical University, Tver

The methodology of quantitative assessment of man-caused risk is proposed, which was based on the thermodynamic method of modeling the ecological indicators of diesel power plants during the combustion of liquid fuel to justify the concentration of nitrogen oxides in the exhaust gases. Application of methods of physical and chemical analysis allowed to justify the decrease in the content of volatile solvents in the composition of water-dilutable film-forming systems. For the safe operation of technogenic systems, it is advisable to use monitoring of biotesting risk objects for an integrated assessment of risk factors on the ecosystem. Regulation of the stability of natural ecosystems, productivity of soils and phytocenoses is recommended by introducing a humifier, obtained by anaerobic fermentation with effective microorganisms of cellulose-lignin waste. To improve the methodology of bioconversion, a technological scheme was developed for the fermentation of cellulose-containing waste into biohumus and biogas, and a hypothesis was proposed for the bioconversion of the CO of complex biochemical reactions, proceeding successively in the form of a system of equations, whose solution, using a thermodynamic method, would assess the yield and quality of biogas.

Keywords: technogenic risk, physical and chemical analysis, biotesting, bioconversion, cellulose-lignin waste, biohumus, biogas

Важными факторами техногенного риска являются реальные и потенциальные опасности, которые возникают при функционировании энергетических систем и оцениваются органами чувств. Вероятность опасности, порождаемая тем или иным техногенным объектом, как правило, определяется частотой возникновения аварий. При вторжении в биосферу без учета закономерностей ее развития возникают природные катастрофы и техногенные аварии, приводящие к материальному ущербу, риску для здоровья и гибели людей. Концепция преобладающей роли человека в биосфере привела к возникновению глобальных проблем, решение которых затрагивает многие отрасли техносферы и агросферы. В том числе следствием антропогенной деятельности является нарушение динамического равновесия биосферы. При этом происходит из-

менение параметров состояния биосферы как абиотической части (изменение климата), так и биотической части (снижение общей продуктивности живых организмов, замещение высших форм жизни низшими формами) природных экосистем [1, с. 46].

Глобальные проблемы связаны с интересами всего человечества (ноосферы) и взаимосвязаны друг с другом. Нельзя решать продовольственную проблему, не затрагивая энергетику, использующую природные ресурсы (рис. 1). Чрезмерное использование природных ресурсов приводит к исчезновению мест обитаний живых организмов и их гибели, нарушению гомеостаза природных экосистем, загрязнению биосферы токсичными отходами с длительным периодом распада и элементами, не свойственными среде обитания. Таким образом, функционирование техносферы,

направленное на улучшение условия жизни людей, увеличивает риск возникновения условий разрушения и гибели экосистем.

Цель исследования

Усовершенствование методологии биоконверсии твердых целлюлозосодержащих отходов переработки целлюлозосодержащих отходов (ЦО) в гумифицированный продукт и биотопливо.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта наблюдения были использованы техногенные почвы в радиусе санитарно-защитных зон, наиболее распространенные отходы техногенных систем (целлюлозо-лигниновые). Биоконверсию отходов проводили в анаэробных условиях с использованием эффективных микроорганизмов препарата «Тамир». Биотестирование техногенных почв и оценку эффективности гумифицированной почвы проводили в соответствии с международным стандартом ИСО 11269-2. Выбор направлений рекультивации определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.02-85.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании многолетних исследований выброса токсичных веществ в атмосферный воздух передвижными и стационарными источниками загрязнений, загрязнения дерново-подзолистых почв предложена методология количественной оценки техноген-

ного риска, основанная на концепции максимально приемлемого риска и принципах безопасного и стабильного функционирования техногенных экосистем (рис. 2).

Для обеспечения безопасности и качества атмосферного воздуха техногенных систем предложена методология минимизации токсичных веществ в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания [2, с. 38]. Использован термодинамический метод моделирования образовавшейся в процессе горения топлива (500...700 К и выше) в дизелях равновесной многокомпонентной смеси газообразных веществ (N_2 , N_2O , NO_2 , NO , NH_3 , C_nH_m и других соединений). Горение топлива представлено как многостадийный динамический равновесный процесс последовательных, обратимых и параллельных химических реакций. Определена лимитирующая стадия горения – деструкции азотсодержащих веществ. Разработан алгоритм расчета концентраций оксидов азота в отработавших газах и обоснован способ снижения концентрации оксидов азота.

Использование методов физико-химического анализа позволило обосновать снижение содержания летучих растворителей в составе водоразбавляемых смол [3, с. 130], что позволило снизить содержание летучих токсичных пожаро- и взрывоопасных веществ в воздухе рабочей зоны окрасочных цехов.



Рис. 1. Модель взаимосвязи глобальных проблем



Рис. 2. Методология минимизации техногенного риска

В связи с тем, что почвы являются универсальным регулятором состояния стабильности природных экосистем, продуктивности почв и фитоценозов (возобновляемых пищевых, технических, энергетических ресурсов) агропромышленного комплекса, особое внимание уделено методам экологического мониторинга [4, с. 61], исследованию агрохимических свойств почв [5, с. 30]. Критерием качества почв является плодородие (содержание гумуса), ее энергетический потенциал, который возобновляется в течение 10...100 тыс. лет. Накопление опасных веществ в почвенно-биотической системе приводит к нарушению биохимической деструкции органических отходов и локализации подвижных форм токсичных веществ в почвенных коллоидах с последующим переводом в недоступную форму для биотического круговорота. При этом происходит изменение состава и структуры почвы и формирование опасностей для последующих фитоценозов. Обнаружить первичный эффект снижения защитных функций растений методами химического мониторинга бывает чрезвычайно трудно из-за длительного периода полувыведения из почв, который для цинка составляет 50...510, меди – 310...1500, кадмия – 13...1100, свинца – 740...5900 лет. При длительном воздействии данного фактора риска на растения тормозится экспрессия генов, усиливаются гидролитические процессы, нарушается биосинтез фитогормонов, синтезируются стрессовые белки. Поэтому нами предлагается оценку безопасности функционирования техногенных систем проводить методом биотестирования с использованием тест-растений наиболее типичных для данного региона.

Приоритет данного метода заключается в интегральной оценке факторов риска на экосистему без использования дорогостоящего оборудования, трудоемких физических и химических методов для регистрации биологических параметров. Все методы биотестирования основаны на регистрации выживаемости, плодовитости, скорости роста или реакций, связанных с изменением клеточных функций. Преимущество живых индикаторов состоит в том, что они быстро реагируют на изменения в экосистеме.

Использование биотестов позволило оценить качества техногенных почв г. Твери и выявить наиболее опасные источники загрязнения [6, с. 137]. Для повышения качества техногенных почв и стабилизации гумуса в рамках биологической концепции (синтеза и биосинтеза гумусовых веществ в почве) гумусообразования особую роль отводят факторам, активизирующим деятельность почвенных микроорганизмов, продуктам биоконверсии органического сырья, эффективным сидеральным культурам (бобовым и мятликовым травостоям) [7, с. 43]. В данной работе возобновление органического вещества дерново-подзолистой почвы в техногенных биоценозах предлагается осуществлять путем внесения гумифицированной почвы, полученной анаэробной ферментацией эффективными микроорганизмами целлюлозо-лигнинных отходов (ЭМ-технологии) [8, с. 42]. Внесение гумификатора позволило ускорить процесс гумификации, повысить продуктивность энергетических растений и снизить материальные и энергетические затраты на гумификацию почв техногенных систем. Эффективность действия гумификатора почв оценивали приростом урожая тест-культур [9, с. 6].

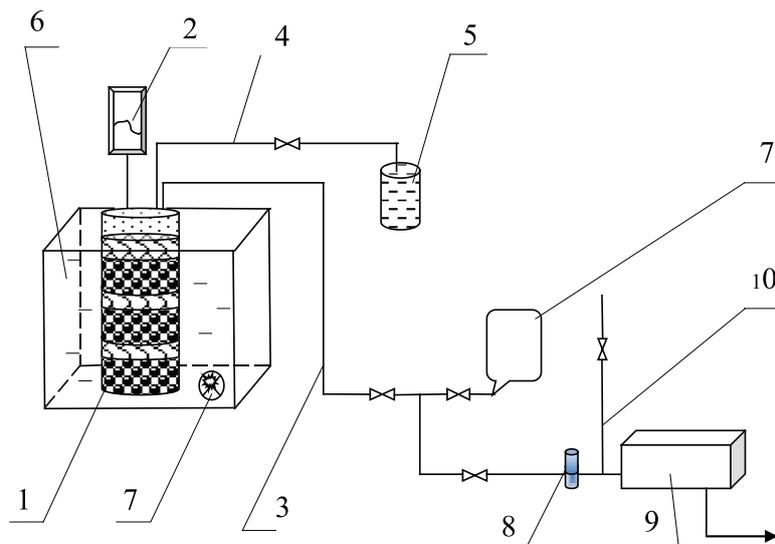


Рис. 3. Схема установки по переработке целлюлозосодержащих отходов

Для снижения техногенного давления, создаваемого за счет накопления токсичных отходов с длительным периодом разложения, была предложена методология биоконверсии твердых целлюлозосодержащих отходов (ЦО) в гумифицированный продукт и биотопливо [10, с. 73]. В основу методологии положены принципы, основанные на анализе состава, свойств и реакционной способности вторичного сырья; изучении механизма и методов деструкции [11, с. 50], выборе рациональной технологической схемы и метода очистки целевого соединения; идентификации и эффективности энергетических материалов, использования биогаза в качестве нетрадиционного вида топлива [12, с. 22]. Усовершенствование методологии биоконверсии связано с разработкой технологической схемы модуля, где целлюлозосодержащие отходы подвергаются ферментации, в результате которой получают биогумус и биогаз (рис. 3).

В ферментатор (1) герметично закрытый крышкой, были установлены термометр и pH-мер (2), а также трубопроводы для выхода биогаза (3) и для подачи рабочих растворов (4). Для поддержания температуры процесса биоконверсии ферментатор был помещен в водяную баню (6), имеющую терморегулятор (7). Трубопровод 3 соединяет ферментатор с емкостью для сбора газа (7), а затем через ротаметр (8) с газоанализатором (9). Расход биогаза регулируется кранами, установленными в трубопроводе (3). Для измерения концентрации метана в биогазе проба биогаза разбавлялась воздухом (10) при ее посту-

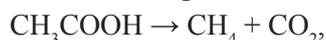
плении в газоанализатор. Суспензия ЭМ и рабочий раствор подготавливается в инокуляторе (5) и подается в ферментатор по трубопроводу (4). Отходы ЦО послойно укладываются в ферментатор, чередуя с почвой, высота каждого слоя 3...5 см, и обрабатываются рабочим раствором суспензии ЭМ, полученной в инокуляторе.

Удельный выход биогаза $G_{\text{бр}}$ из ЦО определяется в зависимости от содержания органической компоненты M_c и физических параметров процесса биоконверсии – температуры, pH раствора по эмпирической зависимости

$$G_{\text{бр}} = \frac{M_c(1 - e^{-k\tau})}{(\text{Ph})^4},$$

где Ph – pH раствора, k – постоянная разложения, определяемая по отношению углерода к общему азоту, τ – продолжительность периода стадии процесса биоконверсии. Содержание органической компоненты M_c определяется интенсивностью реакций образования биогаза, которая обеспечивается обменом веществ на границах поверхности фаз и вязкостью сырья. Вязкость сырья допускает свободное перемещение бактерий в среде, содержащей твердые частицы. Бактериальное сообщество может самостоятельно регулировать такие критерии, как значение pH, окислительно-восстановительного потенциала для поддержания своего роста [13, с. 35], а как следствие, обеспечивая стабильность процесса разложения ЦО. Реакции разложения ЦО в зависимости от их биополимерной природы [14, с. 425],

разделяются на распад белков, липидов, углеводов с образованием летучих органических кислот: муравьиной, уксусной, пропионовой, молочной, янтарной; и низкомолекулярных спиртов: $C_2 - C_4$ [15, с. 386], которые в свою очередь разлагаются до уксусного (ацетат) или муравьиного (формиат) альдегидов, а затем до водорода (H_2) и углекислого газа (CO_2):



По первому пути образуется 73% метана, а по второму – 30%. Для повышения эффективности метанового брожения процесс проводят ступенчато. Лимитирующей стадией деструкции белков является ферментативный гидролиз, катализируемый протеолитическими ферментами с образованием аминокислот, которые используются в этом же процессе. Деструкция липидов протекает с образованием многоатомных спиртов и высших жирных кислот. Биоконверсию углеводов в анаэробных условиях можно представить в виде гидролиза полисахаридов, с последующим гликолизом глюкозы с образованием пировиноградной кислоты, которая затем восстанавливается до молочной кислоты. По результатам проведенных теоретических исследований была выдвинута гипотеза механизма биоконверсии ЦО сложных биохимических реакций, протекающих последовательно в виде системы уравнений, решение которой с помощью термодинамического метода позволит оценить выход биогаза.

Заключение

Предложена методология количественной оценки техногенного риска, в основе которой использовали термодинамический метод моделирования экологических показателей дизельных энергоустановок при сгорании жидкого топлива для обоснования минимизации концентрации оксидов азота в отработавших газах. Применение методов физико-химического анализа позволило обосновать снижение содержания летучих растворителей в составе водоразбавляемых пленкообразующих систем. Для безопасного функционирования техногенных систем целесообразно использовать мониторинг объектов риска биотестированием для интегральной оценки факторов риска на экосистему. Регулирование стабильности природных экосистем, продуктивности почв и фитоценозов рекомендуется внесением гумификатора, полученного анаэробной ферментацией эффективными микроорганизмами целлю-

лозо-лигниновых отходов. Для усовершенствования методологии биоконверсий была разработана технологическая схема модуля ферментации целлюлозосодержащих отходов в биогаз, выдвинута гипотеза механизма биоконверсии ЦО сложных биохимических реакций, протекающих последовательно в виде системы уравнений, решение которой с помощью термодинамического метода позволит оценить выход и качество биогаза.

Список литературы

1. Громова Н.Ю. Техногенные системы и экологический риск / Н.Ю. Громова, Т.Ю. Салова. – СПб.: Политехнический университет. – 2011. – 305 с.
2. Салова Т.Ю. Использование термодинамического метода в минимизации энергетических затрат / Т.Ю. Салова, Н.Ю. Громова // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 2 (26). – С. 34–39.
3. Громова Н.Ю. Теоретические аспекты минимизации опасностей лакокрасочных материалов / Н.Ю. Громова // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2016. – С. 129–132.
4. Инженерная защита окружающей среды / Ю.А. Бирман, Н.Г. Вурдова. – М.: АСВ, 2002. – 296 с.
5. Иванов Д.А. Мониторинг агрохимических свойств почв в пределах агроэкологического стационара / Д.А. Иванов, В.А. Тюлин, М.В. Рублюк [и др.] // Агрохимия. – 2014. – № 5. – С. 27–31.
6. Громова Н.Ю. Оценка эффективности гумифицированной почвы методом биотестирования / Н.Ю. Громова // Вестник Тверского государственного университета. – Серия: Биология и экология. – 2016. – № 1. – С. 135–141.
7. Иванов Д.А. Влияние продуктов биоконверсии органического сырья на продуктивность зерноотраважного звена севооборота в различных ландшафтных условиях / Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин [и др.] // Вестник Тверского государственного университета. – Серия: География и геоэкология. – 2015. – № 1. – С. 37–43.
8. Патент РФ № 2508281 / Салова Т.Ю., Громова Н.Ю., Громова Е.А. Способ получения гумифицированной почвы. – от 27.11.2013.
9. ГОСТ Р ИСО 22030-2009 Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.
10. Gromova E.A. Modern instruments for stabilizing soil fertility / E.A. Gromova // Znanstvena misel journal. – Slovenia, 2017. – № 5. – Vol. 2. – P. 72–77.
11. Седнин В.А. Анализ факторов, влияющих на производство биогаза при сбрасывании осадка сточных вод / В.А. Седнин, А.В. Седнин, И.Н. Прокопья, А.А. Шимкович // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – Минск: БНТУ, 2009. – С. 49–58.
12. Алешина А.С. Газификация твердого топлива / А.С. Алешина, В.В. Сергеев. – СПб.: Изд-во Политехн. унта, 2010. – 202 с.
13. Корнеев Е.А. ЭМ-технология – новый раздел биотехнологии / Е.А. Корнеев, Р.Р. Бадаев, К.Н. Пронин, В.С. Васильев, М.Ю. Кириллов, Д.А. Васильев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2004. – № 15. – С. 34–39.
14. Прикладная экобиотехнология / А.Е. Кузнецов [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – Т. 1. – 629 с.
15. Емцев В.М. Микробиология / Е.М. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.

УДК 378.147.88:57.01/08:592

ИЗУЧЕНИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ РЕГИОНА ВО ВРЕМЯ УЧЕБНО-ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ

Абдыкапарова А.О.

Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: aigyl-os@mail.ru

В статье рассмотрены организационные задачи учебно-полевой практики по зоологии беспозвоночных. Во время практики студенты знакомятся с многообразием беспозвоночных животных родного края и их значением в природе. Природа Кыргызстана многогранна, сравнительно на небольшой территории можно встретить все климатические зоны, поэтому учебно-полевые практики должны планироваться с учетом всех этих экологических условий. Наблюдения над животными производят или на экскурсиях, или путем подкарауливания, сидя на одном месте. Экскурсии могут быть обзорными и целевыми (тематическими). В первом случае экскурсия ведется по какому-либо маршруту, попутно собирается материал; но обычно каждая вылазка имеет свою цель, то более, то менее широкую, но всегда вытекающую из общего плана и программы исследования и, таким образом, являющуюся очередным его этапом. Такими экскурсиями могут быть экскурсии для изучения видового состава отдельных биотопов, для наблюдения суточного цикла, сбора материала по их питанию и т.п.

Ключевые слова: учебно-полевая практика, экскурсия, наблюдение, беспозвоночные животные, насекомые, влажные препараты, сухие коллекции

THE STUDY OF INVERTEBRATES IN THE REGION AT THE TIME OF TRAINING AND FIELD PRACTICE

Abdykarpova A.O.

Kyrgyz State University of I. Arabayev, Bishkek, e-mail: aigyl-os@mail.ru

The article deals with the organizational tasks of field training in zoology of invertebrates. During practice, students are introduced to the diversity of invertebrate animals of their native land and their significance in nature. The nature of Kyrgyzstan is multifaceted, it is possible to meet all climatic zones in a relatively small area, therefore field training practices should be planned taking into account all these environmental conditions. Observations on animals are made either on excursions, or by way of staring, sitting in one place. Excursions can be review and target (thematic). In the first case, the excursion is conducted along a route, the material is collected at the same time; but usually every sortie has its purpose, then more, then less broad, but always resulting from the general plan and program of research and thus, is its next stage. Such excursions can be excursions for studying the species composition of individual biotopes, for observing the daily cycle, collecting material for their nutrition, etc.

Keywords: field training, excursion, observation, invertebrate animals, insects, moist preparations, dry collections

Учебно-полевая практика по зоологии беспозвоночных как продолжение теоретического курса дисциплины имеет большое значение в процессе обучения. Во время практики студенты знакомятся с многообразием беспозвоночных животных родного края и их значением в природе. Полевая практика позволяет студентам впервые изучать животных в природной обстановке, ознакомиться с разными приспособлениями, экологическими адаптациями к конкретной окружающей среде обитания.

Учебно-полевая практика – один из важнейших этапов в системе подготовки учителя биологии. Она является завершением курса зоологии беспозвоночных, изучаемого на биологических факультетах педагогических вузов в I и II семестрах. На летней учебно-полевой практике закрепляются и углубляются знания, полученные студентами на лекционных и лабораторных занятиях.

Основная цель учебно-полевой практики – знакомство с основными группами беспозвоночных животных; методами их

сбора в природе; освоение методов биологических наблюдений и лабораторной обработки материалов; ознакомление с хозяйственно-значимыми группами животных и редкими исчезающими видами животных.

Задачи полевой практики – укрепление теоретических знаний студентов, полученных в аудиторных часах, овладение навыками самостоятельной работы по сбору, хранению, обработке собранного материала, а также элементарными методами изучения биологии и экологии беспозвоночных животных, выработка у студентов навыков определения систематической принадлежности беспозвоночных и их коллекционирования.

Можно выделить три основных вида деятельности студентов в период полевой практики: экскурсии в природу, обработка материалов в лабораториях и выполнение самостоятельной работы исследовательского плана.

Не менее важными в полевой практике по зоологии являются экскурсии воспита-

тельного характера, организованные для поездки в разные биотопы, природные комплексы (поля, сады, горные массивы, мелкогорья, водоемы, реки, болотные места).

Экскурсия должна быть продумана и спланирована заранее. Для этого намечается её цель, место, маршрут; подготавливается соответствующее снаряжение. Экскурсии могут проводиться или для наблюдений, или для сбора материала.

Зоологические экскурсии более трудные и тяжелые, чем ботанические или же геологические, потому что во время ботанической или геологической экскурсий студенты не прячутся для обнаружения объекта исследования и не ползают по земле, зоолог же должен быть начеку и в течение долгого времени должен постоять, принеся порой незаметную, неподвижную позу.

Наблюдения над животными производят или на экскурсиях, или путем подкармливания, сидя на одном месте. Экскурсии могут быть обзорными и целевыми (тематическими). В первом случае экскурсия ведется по какому-либо маршруту, попутно собирается материал; но обычно каждая вылазка имеет свою цель, то более, то менее широкую, но всегда вытекающую из общего плана и программы исследования и, таким образом, являющуюся очередным его этапом. Такими экскурсиями могут быть экскурсии для изучения видового состава отдельных биотопов, для наблюдения суточного цикла, сбора материала по их питанию и т.п. Намечая ту или иную экскурсию, важно тщательно обдумать не только её тему, но и наиболее благоприятный для работы маршрут и время дня, сообразуясь при этом с особенностями экологии животного и его поведением в зависимости от сезона и погоды [1].

Кыргызстан является страной удивительного сочетания природных и культурных достопримечательностей. Длинными цепями с запада на восток страны тянутся могучие и таинственные хребты Тянь-Шаня с их пиками-семитысячниками, уникальными ландшафтами и одними из самых живописных пейзажей в мире. Благодаря горному ландшафту и пояности, в Кыргызстане можно в течение нескольких часов попасть из полупустынных и степных предгорий в горные леса, на субальпийские и альпийские луга, и даже в царство вечных снегов и ледников [2].

Кыргызстан – страна вертикальной пояности. На сравнительно небольшой территории республики можно встретить все климатические зоны, поэтому учебно-полевые практики должны планироваться с учетом всех этих экологических условий. Особое внимание будет уделено изучению

наиболее распространенных и значимых компонентов фауны, в большинстве случаев насекомых.

Насекомые – самая большая по числу видов группа живых организмов в истории земной биосферы в целом. В Кыргызстане их известно свыше 14600 видов, это почти в полтора раза больше, чем видов всех остальных многоклеточных, вместе взятых. Между тем в систематическом аспекте насекомые – всего лишь один из 90 классов и приравненных к классу таксонов современных растений, лишайников, грибов и животных, зарегистрированных на территории Кыргызской Республики [3]. Но распространение этих видов на территории Кыргызстана неоднобразно. Невозможно указать точное количество насекомых, потому что можно встретить один и тот же вид в нескольких экосистемах, где они подвергаются изменениям климатических условий.

Студенты факультета биологии и химии Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева согласно учебному плану проходят учебно-полевую практику по дисциплине «Зоология беспозвоночных» в конце 1-курса. Во время полевой практики организуются следующие экскурсии, в различные природные комплексы на территории Чуйской и Иссык-Кульской областей: «Беспозвоночные животные зоны мелкогорья», «Беспозвоночные животные парковой зоны», «Беспозвоночные животные рек, водоемов», «Беспозвоночные – вредители плодового сада и огорода», «Сообщество организмов, связанных с почвой», «Ознакомление с беспозвоночными животными Иссык-Кульской котловины», «Экскурсия в зоологический музей. Ознакомление с зоологическим музеем Национальной академии наук Кыргызской Республики».

Целенаправленное определение тематики учебных экскурсий имеет большое значение. Вышеназванные экскурсии при их правильной организации могут обеспечить упорядоченное развитие биологических понятий.

Для ознакомления с беспозвоночной фауной *мелкогорья* организуются экскурсии в село Чоң-Арык. Цель экскурсии: дать характеристику горному ландшафту, познакомиться с растительностью и беспозвоночными животными данной территории, а самое главное, с особенностями строения беспозвоночных мелкогорья.

Почва – это среда обитания личинок насекомых, муравьев, почвенных клещей. На поверхности почвы встречаются муравьи, прямокрылые. Камни используются как укрытия для животных, здесь распростра-

нены скорпионы (южные склоны), многоножки, мокрицы, брюхоногие моллюски, насекомые и их личинки, муравейники, уховертки. На стеблях и листьях растений обитают прямокрылые, тли, жуки, муравьи, на цветках – пауки, шмели, пчелы, жуки, бабочки, личинки и имаго бабочек. Студенты знакомятся с приспособительными особенностями этих животных. Записывают результаты наблюдений в дневники, для коллекции собирают животных.

Для ознакомления с беспозвоночными животными рек, стоячих водоемов и пресноводных вод организуются экскурсии в Карагачевую рощу. Лето – самый благоприятный период для изучения обитателей водоемов. Прогрев воды в середине июня, вегетация водорослей и водных высших цветковых растений создают благоприятные условия для жизнедеятельности животных. Необходимо обратить внимание студентов на особенности водной среды, для обитания животных. Необходимо также изучить отличия от других сред обитания: плотность воды, использование ими растворенного кислорода в воде, дыхательные органы, способы дыхания.

В пресных водоемах наблюдаются 5 основных жизненных форм: бентос, перифитон, нектон, планктон, нейстон. Преподаватель дает понятие об этих жизненных формах. *Бентос* – прикрепленные или покоящиеся на дне организмы, а также зарывающиеся в ил. Например: личинки поденок, стрекоз, веснянок и ручейников, водяные скорпионы. Особое внимание уделяется дыхательным органам бентосных организмов. *Перифитон* – животные, прикрепленные или уцепившиеся за стебли или листья высших растений. К ним относятся некоторые водяные клопы и жуки. *Нектон* – плавающие животные, способные самостоятельно передвигаться в толще воды. Например: личинки и взрослые стадии ныряющих жуков и клопов, жуки-плавунцы, клопы-гладыши. Характерны для животных нектона сильные гребные конечности; многие дышат атмосферным воздухом и несут с этой целью воздушный пузырек на нижней поверхности тела или под надкрыльями. *Планктон* – плавающие организмы, перемещающиеся с помощью течений, относятся ветвистоусые и некоторые виды веслоногих ракообразных. *Нейстон* – организмы, плавающие или бегающие по поверхности воды. Животные используют силы поверхностного натяжения, что позволяет им быстро двигаться по воде: клопы-водомерки, жуки-вертячки. Студентам поясняется, что у жука-вертячки каждый глаз разделен на 2 части для надводного и подводного зрения. Обращается внимание

на быстроту передвижения нейстонных организмов, несмачиваемость средних и задних ног – жировая смазка, хищный образ жизни, захват животных, упавших в воду.

В таких экскурсиях основными объектами являются двустворчатый моллюск – обыкновенная беззубка (*Anadonta cygnea*) и речной рак (*Astacus astacus*). В местах проведения практики ведется наблюдение над живыми беззубками: на движения, способы функционирования ножек, раковин, сифонов, определяются возраст и среда обитания животных. Кроме беззубок наблюдение ведется за речными раками: наблюдение на движения, ноги, хитиновые покровы, работа аппарата дыхания, антенн и антеннул, движение рака по твердому грунту и плавание, раки различного возраста, приспособительная окраска и т.д. После наблюдения студентам всего курса разрешается отлов 5–6 особей обыкновенных беззубок и речных раков. Далее студенты проводят ознакомление с их внутренним строением в лаборатории, после чего приготовят влажный препарат. Кроме того, некоторые живые беззубки, речные раки выращиваются в аквариумах и используются как живые объекты на лабораторно-практических занятиях, где студенты подробно могут ознакомиться с их внешним и внутренним строением.

В целях ознакомления с беспозвоночными животными парковых зон организуются экскурсии в Карагачевую рощу, ботанический сад им. Э. Гареева, бульвары, дубовый парк. Основное внимание уделяется условиям жизни животных, ярусный характер растительности: травы, кустарники, деревья. Объектами исследования являются насекомые и другие наземные членистоногие: мокрицы, многоножки, паукообразные, брюхоногие моллюски. Наблюдение ведется за типами повреждения листьев, за ослабленными или мертвыми деревьями, разрушениями коры (жуки-короеды, жуки-усачи), разрушения древесины (усачи, рогачи, муравьи), насекомыми-опылителями.

При ознакомлении с беспозвоночными животными парковых зон наблюдаются и дубовые парки города Бишкек. Последние годы во время полевой практики особое внимание обращается на рано пожелтевшие листья дубов. Горожане, студенты замечают, что листья дубов желтеют раньше срока, не дожидаясь осени. Многие винят в этом рабочих учреждения «Зеленстрой», которые не поливают деревья. На самом деле, дубы страдают от минирующих пилильщиков (*Profenusa pygmaea* klug). Более 90% дубовых насаждений города Бишкек пострадали именно от этих вредителей. Около пяти лет борьбу с ним ведут ученые Национальной

академии наук республики и работники учреждения «Зеленстрой».

Дубовый минирующий пилильщик (*Profenusa pygmaea* klug) относится к семейству тентрединидов. Места их обитания дубравы и искусственные насаждения дуба. Личинки живут группами в широких, неправильной формы минах на листьях дуба, отсюда и название «минирующий». Они не представляют опасности для человека.

По словам главного агронома озеленительного учреждения «Зеленстрой» города Бишкек Сергея Кравера в 2011 году было зафиксировано массовое повреждение дубовых деревьев, резко повысилось количество вредителей [4].

«Раньше в городе много было других вредителей. На самом деле пилильщики не представляют особой опасности для деревьев, но они являются виновниками ослабления иммунитета дерева перед другими вредителями. В результате они портят стволы деревьев и их корневые системы», – считает главный агроном.

Ученые исследовали поврежденные территории и предложили ряд рекомендаций, с учетом которых был разработан долгосрочный план мероприятий. Так, в 2012 году на окраинах города против вредителей был проведен эксперимент препарата «Лепидоцид». По результатам эксперимента препарат был признан эффективным средством против вредителей и на следующий год провели массовую обработку зеленых насаждений в столице. Мероприятие было продолжено в 2014 году, но в 2015 году по каким-то причинам оно было приостановлено.

Во время экскурсий студенты считают зараженные дубы, знакомятся с данным материалом, и другими проводимыми исследованиями по борьбе с вредителями в настоящее время.

Полевая практика также проводится на территории озера Иссык-Куль, основной целью которой является ознакомление студентов с природными ландшафтами (мелкогорье, полупустыни, луга, степи, культурный ландшафт, береговая зона) и животным миром прибрежных территорий Иссык-Куля. На экскурсии по прибрежной территории Иссык-Куля уделяется особое внимание особенностям жизнедеятельности животных, подвижности воды, водных растений, камней. Изучаются водоемы береговой зоны, объектами которых являются пиявки, бокоплавы, насекомые, их личинки и имагинальные стадии, стрекозы, их личинки, водяные клопы, круглые черви, хищники и фитофаги. Рассматриваются видовой состав и особенности приспособлений животных исследуемых территорий. Помимо

разных биотопов, у студентов имеется возможность ознакомиться с животным миром зоопарка Бугу-Эне, который находится в городе Каракол. В природных комплексах этих территорий имеются разные виды беспозвоночных животных, основными представителями которых являются насекомые.

После каждой экскурсии студенты работают в лаборатории. Проводят обработку собранного материала.

Во время учебно-полевой практики студенты получают возможность самостоятельно принимать участие в природоохранной деятельности (охрана растений от вредителей, ознакомление с методами борьбы с вредителями, не собирать для коллекций редкие виды беспозвоночных и т.д.).

Подводя итог учебно-полевой практики, студент наталкивается на то, что необходимо тщательно провести небольшую научно-исследовательскую работу. Во время учебно-полевой практики каждый студент должен записывать в своем дневнике все исследования и наблюдения за живой природой. При домашних условиях в дневнике в хронологическом порядке фиксируются результаты наблюдений за окружающей средой. Согласно требованиям, необходимо отмечать в дневнике все собранные коллекционные материалы [5].

Проведение самостоятельных исследований стимулирует мыслительный процесс, направленный на поиск и решение проблемы, требует привлечения для этих целей знаний из разных областей. Исследовательская работа может проводиться как индивидуально, так и коллективно. Выбор формы проведения исследований определяется склонностью учащихся, студентов, а также самой задачей, требующей решения [6].

Каждый студент в период прохождения полевой практики обязательно выполняет самостоятельные работы исследовательского плана, распределенной руководителем. Студенты знакомятся с основными методами научно-исследовательской работы. В конце практики по каждой теме представляется отчет. Согласно данной системе в начале практики каждому студенту распределяются темы самостоятельных работ. Например: «Лесные вредители», «Биология колорадского жука», «Насекомые – вредители древесных растений», «Энтомофауна города Бишкек», «Сезонные изменения в деятельности насекомых», «Беспозвоночные – паразиты человека», «Беспозвоночные – паразиты растений и животных», «Насекомые – садовые вредители», «Методы борьбы с вредными насекомыми» и т.д.

При выполнении самостоятельной работы студенты используют умения и навыки

работы с животными в природе и лаборатории, овладевают элементами исследовательской деятельности. Подобные исследования могут послужить основой для выполнения курсовых работ, а иногда определяют научный интерес и становятся первой вехой долгого и многотрудного пути ученого.

После окончания учебно-полевой практики на кафедре биоразнообразия проводится итоговая конференция. На конференции студенты совместно с руководителями практики представляют отчеты, по итогам работ показывают и защищают свои дневники, подготовленные коллекции, влажные препараты, результаты самостоятельной работы. И по результатам полевой практики оценивается деятельность студентов.

Список литературы

1. Дашанимаев В.М. Полевые исследования экологии наземных позвоночных / В.М. Дашанимаев, О.Д. Доржиева, С.Л. Сандакова. – Улан-Уде, 2009. – С. 9–10.
2. Челпакова Ж.М. Животный мир Кыргызстана / Ж.М. Челпакова, А.Т. Давлетбаков, Л.А. Кустарёва. – Бишкек, 2011. – С. 5–6.
3. Милько Д.А. Насекомые Нарынского заповедника / Д.А. Милько. – Бишкек, 2016. – 48 с.
4. Попова Н. Дубы «дают дуба» // Комсомольская правда КР.RU 15.06.16. URL: <http://www.kp.kg/daily/26542/3559121> (дата обращения: 19.01.2018).
5. Абдрахманова Б.С. Учебно-полевая практика по зоологии позвоночных / Б.С. Абдрахманова, С.К. Кендирбаева. – Бишкек, 2013. – С. 35.
6. Тимофеев А.Н. Внеурочная деятельность школьников в полевых условиях: биоэкологические исследования / А.Н. Тимофеев // Биология в школе. – М., 2015. – № 4. – С. 55–63.

УДК 378.147:61

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ RBL (RESEARCH BASED LEARNING)
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА КАФЕДРЕ ДЕТСКИХ
ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ**

**Бегайдарова Р.Х., Стариков Ю.Г., Алшынбекова Г.К., Девдариани Х.Г.,
Дюсембаева А.Е., Золотарева О.А., Насакаева Г.Е.**

*Карагандинский государственный медицинский университет, Караганда,
e-mail: r.h.begaidarova@mail.ru*

Критерием качества подготовки студентов и интернов Карагандинского государственного медицинского университета (КГМУ) выступает профессиональная компетентность. Единство образования, науки и инновационной деятельности формирует у обучающихся профессиональные знания и навыки, обеспечивающие их конкурентоспособность на международном рынке медицинских услуг. Research based learning (RBL) – обучение, ориентированное на исследование. Это одна из форм в современной педагогике, в основе которой используется исследование как инструмент образовательного процесса. В данной статье описана методика проведения занятий по методу RBL на кафедре детских инфекционных болезней КГМУ. В команде распределяют роли, виды работ между собой. Это способствует формированию открытых отношений между обучающимися, построенных на взаимном доверии. При этом у них складываются более тесные и сплоченные отношения в команде. У многих обучающихся формируются навыки организационной работы, взаимопонимания среди членов команды, способность преодолевать трудности, включая неуверенность в собственных возможностях и борьбу с неопределенностью в достижении результатов исследования. Одновременно сами обучающиеся берут на себя ответственность за уровень и глубину своих знаний. Они учатся тщательно собирать и выбирать наиболее достоверную информацию, используя дополнительную литературу, в том числе и информационные ресурсы: интернет.

Ключевые слова: практическое занятие, обучающийся, студент, интерн, научная работа, статья, работа в команде, research based learning (RBL)

**THE RBL (RESEARCH BASED LEARNING) METHODOLOGY
IS IN THE EDUCATIONAL PROCESS AT THE CHAIR
OF CHILDREN'S INFECTIOUS DISEASES**

**Begaydarova R.Kh., Starikov Yu.G., Alshynbekova G.K., Devdariani Kh.G.,
Dyusembaeva A.E., Zolotareva O.A., Nasakaeva G.E.**

Karaganda State Medical University, Karaganda, e-mail: r.h.begaidarova@mail.ru

Criterion of quality of preparation of students and interns of Karaganda State Medical University (KSMU) is professional competence. Unity of education, science and innovative activity forms the students with professional knowledge and skills that ensure their competitiveness in the international market of medical services. Research based learning (RBL) is a study-oriented learning. This is one of the forms in modern pedagogy, which is based on research as a tool of the educational process. This article describes the methodology for conducting classes using the RBL method at the Department of infectious children diseases of the KSMU. In the team, roles are assigned, types of work among themselves. This facilitates the formation of open relationships between students, built on mutual trust. At the same time, the students have closer and more intimate relations in the team. Many trainees develop organizational skills, mutual understanding among team members, the ability to overcome difficulties, including uncertainty about their own capabilities and fighting uncertainty in achieving research results. At the same time, the students take responsibility for the level and depth of their knowledge by themselves. They learn how to carefully collect and select the most reliable information, using additional literature, including information resources: the Internet.

Keywords: a practical lesson, student, intern, scientific work, article, team work, research based learning (RBL)

Медицинское образование нуждается в постоянном обновлении программ обучения. Это связано с необходимостью оперативно реагировать на фундаментальные изменения, происходящие в современном обществе в целом и медицинской науке в частности, а также учитывая внедрение высокотехнологичных методов лечения. В связи с этим необходима постоянная коррекция программ обучения в вузе, что ведет к необходимости постоянного изменения форм и технологии обучения, обновления учебно-методического обеспечения, связан-

ного в первую очередь с переносом акцента на самостоятельную работу обучающегося, прежде всего в условиях внедрения кредитной технологии [1].

Государственная политика Республики Казахстан ориентирована на дальнейшее социально-экономическое развитие и интеграцию Казахстана в мировую систему высшего профессионального образования, проблема формирования профессиональной компетентности будущих врачей приобрела особую актуальность. Современные достижения науки и широкое внедрение научных

технологий в сферу медицинского обслуживания населения кардинально изменили не только условия трудового процесса, но и высоко подняли планку требований к выпускникам высших учебных заведений, предъявляемых на рынке труда.

Единство и взаимодействие образования, науки и инновационной деятельности позволяют разрабатывать и внедрять новые мировые образовательные методики. Кроме того, это дает возможность сформировать у выпускников вуза профессиональные компетенции, обеспечивающие их конкурентоспособность на международном рынке медицинских услуг [2].

Research based learning (RBL) или обучение, ориентированное на исследование. Это одна из форм в современной педагогике, основанная на использовании исследования как инструмента образовательного процесса. В основе метода лежит стремление научить обучающегося, определять проблемы и вопросы, требующие решения, оценивать и анализировать ресурсы, которыми он располагает, выбирать оптимальные пути решения [1].

Всемирная федерация медицинского образования (ВФМО) в Глобальных стандартах по улучшению качества базового медицинского образования 2012 года пересмотра рекомендует организациям медицинского образования особую роль уделять внедрению в образовательные программы обучения связанные с вовлечением учащихся в научные исследования [3]. Это особенно актуально для кафедр вузов клинической направленности.

RBL развивает творческий потенциал специалиста, формирует у него системный подход к решению проблем, умение использовать современные методы исследований, внедрять и оценивать эффективность новых технологий, анализировать результаты исследований и собственной практики, а также навыки самообразования и самосовершенствования [4].

При традиционной форме обучения преподаватель выступает в качестве источника знаний обучающегося. При этом мы наблюдаем более пассивное низкого уровня восприятие информации обучающимися и их слабое участие в образовательном процессе, отсутствие или низкую мотивацию к усвоению знаний, безынициативность. Как следствие этого, у обучающихся формируется низкий уровень личной ответственности и неумение использовать полученные знания на практике: неумение провести поиск нужной информации, методов решения, отсутствие творческого подхода к решению поставленных задач.

Проведение же практических занятий методом RBL, ориентированным на исследование, позволяет максимально вовлечь всех обучающихся группы не только в процесс обучения, но и освоить основы научно-исследовательской работы под руководством преподавателя во время проведения аудиторных и внеаудиторных занятий путем выполнения исследовательской деятельности.

При этом виде обучения преподаватель не является источником знаний и исполняет роль наставника. Эта форма обучения позволяет получать новые знания и навыки не только обучающимся, но и преподавателям, с ценной возможностью их внедрения и использования на практике.

Цель проведения RBL для обучающихся – научить выполнять научную работу в команде.

Методика проведения RBL: в команде распределяют роли, виды работ между собой. Это способствует формированию открытых отношений между студентами, построенных на взаимном доверии. При этом у обучающихся формируются более тесные и сплоченные отношения в команде. У многих обучающихся формируются навыки организационной работы, взаимопонимания среди членов команды, способность преодолевать трудности, включая неуверенность в собственных возможностях и борьбе с неопределенностью в достижении результатов исследования.

Ответственность за обучение лежит на самих обучающихся. Они учатся скрупулезному сбору информации. Обучающиеся используют информационные ресурсы: интернет, учебную и научную литературу из библиотеки. В команде проводят анализ этих ресурсов и учатся выбирать среди всей предложенной информации наиболее достоверную.

Обучающиеся ставят перед собой задачи, решение которых ориентировано на достижение результата в научно-исследовательской работе. Особая роль в этом принадлежит преподавателю-наставнику, особенно на начальном этапе, когда у обучающихся нет навыков формулирования целей и задач научно-исследовательской работы. У обучающихся вырабатываются настойчивость, решительность, новаторство, коллективизм и доброжелательное отношение между собой. Они учатся совместному принятию решений, навыков выполнения тех или иных действий с пониманием механизмов изучаемых процессов, как результат становления профессионального мышления.

Кроме того, сами обучающиеся под чутким руководством наставника учатся прово-

дить мониторинг процесса научного исследования и корректировать его в процессе работы. Однако у данного метода обучения RBL есть и отрицательная сторона – студенты могут сосредоточиться только на получении знаний и навыков в профессиональной сфере. Тогда как врач должен быть не только высокообразованным, но и политически грамотным, интеллигентным специалистом.

Сотрудниками кафедры детских инфекционных болезней в учебный процесс у интернов 7-го курса общемедицинского факультета (ОМФ) была внедрена методика RBL (research based learning) по теме практического занятия «Паразитарные заболевания у детей».

В осеннем семестре обучались 4 группы интернов ОМФ, направления педиатрия, из них 2 группы – 12 человек с казахским языком обучения (по 6 человек в группе) и 10 человек с русским языком обучения (по 5 человек в группе). Им была предложена для выполнения вышеуказанная тема практического занятия по методике RBL.

Интерны 7-017 группы ОМ, направления Педиатрия: А.А. Фергерт, Д.В. Смирнов, Р.В. Ли, Е.Н. Мазурик, А.С. Тойымбекова выполняли научно-исследовательскую работу на тему: «Особенности клинического течения лямблиоза у детей» в течение трех недель.

Под руководством наставников: заведующего кафедрой детских инфекционных болезней, д.м.н., академика РАЕ, профессора Р.Х. Бегайдаровой, и к.м.н., и.о. профессора Г.К. Алшынбековой и интернами были сформулированы цели научно-исследовательской работы, распределены роли в командах

Интерны выполняли общепринятый литературный обзор и патентный поиск для разработки научной работы. Один из пунктов работы включал подробное изучение литературы, в том числе и диссертационную работу PhD докторанта кафедры клинической фармакологии Карагандинского государственного медицинского университета Е.А. Юхневич на тему: «Разработка новых подходов к этиотропной терапии лямблиоза». Работа проводилась под руководством зав. кафедрой клинической фармакологии КГМУ, к.м.н., доцента Ш.С. Калиевой, зав. кафедрой детских инфекционных болезней КГМУ, профессора Р.Х. Бегайдаровой и научного консультанта декана факультета университета им. Твилдиани, Тбилиси, Грузия Sergo I. Tabagari, M.D., PhD. Работа выполнялась на базе областной инфекционной больницы г. Караганды с участием

пациентов, направленных из разных поликлиник нашего города.

Профессор Р.Х. Бегайдарова до начала выполнения методики RBL обучила интернов правилам сбора документации для прохождения этической комиссии и навыку выполнения научной работы: дизайна исследования, с информированным согласием, взятым до начала исследования с пациентов, с решением и протоколом биоэтической комиссии, анализ клинических и лабораторных методов исследования у пациентов.

Больные, относящиеся к системе риска с выраженными нарушениями со стороны сердечно-сосудистой, эндокринной, кровяной и дыхательной систем в исследовании не включались.

Обучающиеся разрабатывали карты историй болезни больных детей. Ими была составлена специальная «карта обследования и наблюдения больных детей с лямблиозом», которая включала в содержание анамнез болезни, симптомы, характерные для данного заболевания, лабораторные и инструментальные методы исследования. По результатам полученных данных интерны заполняли «карту обследования и наблюдения больных детей с лямблиозом», проводили анализ полученных данных, обработку статистических данных. Ниже представлена индивидуальная карта обследования и наблюдения больных детей с лямблиозом (рисунок).

После получения информации по литературному обзору, материалов и методов исследования с последующим обсуждением полученных результатов, в соответствии с актуальностью и целью темы под руководством наставников выполнялось окончательное написание статьи и её оформление с её последующей публикацией в научном журнале.

Целью исследования явилось сравнительное изучение клинических проявлений у детей, больных лямблиозом до и после лечения препаратом Метронидазол.

Материалы и методы: собственные исследования по оценке изучения клинической эффективности применения препарата Метронидазол. проводились у детей в возрасте от 5 до 18 лет включительно, госпитализированных в областную инфекционную больницу г. Караганды.

В работе были использованы личные наблюдения авторов. Было обследовано 39 детей, которые были распределены на 3 возрастные группы: 1 группа – дети с 5 до 9 лет – 10 (26,0%); 2 группа – дети с 9 до 13 лет – 14 (36,4%); 3 группа – дети с 13 до 18 лет – 15 (37,6%).

**ИНДИВИДУАЛЬНАЯ КАРТА
ОБСЛЕДОВАНИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ БОЛЬНЫХ ДЕТЕЙ**

№ _____ истории болезни. Адрес _____ Тел _____
 Дата поступления _____ Дата выписки _____
 ФИО _____
 Пол _____ Возраст _____ Дата рождения _____
 Диагноз _____ давность заболевания _____
 Получаемое лечение _____

Клинические синдромы	До лечения	После лечения
Болезненность в проекции желчного пузыря		
Болезненность в эпигастральной области		
Гепатомегалия		
Снижение аппетита		
Снижение массы тела		
Диарея		
Субфебрилитет		
Зуд кожных покровов		
Бледность кожных покровов		
Обложенный язык		
Данные клинических анализов	До лечения	После лечения
– Гемоглобин		
– Эритроциты		
– Лейкоциты		
– СОЭ		
– Лейкоцитарная формула		
Общий анализ мочи		
АЛТ		
АСТ		
Билирубин общий		
Билирубин прямой		
Тимоловая проба		
Копрологическое обследование на простейшие		

Индивидуальная карта обследования и наблюдения больных детей с лямблиозом

Терапия лямблиоза у детей проводилась метронидазолом в течение 5 дней. Дозировки составили в первой группе 375 мг/сутки, во второй и в третьей группах – 500 мг/сутки в два приема во время или после еды [5].

**Результаты исследования
и их обсуждение**

В результате лечения отслеживалась динамика симптомов болезни до и после лечения детей, больных лямблиозом, которая представлена в таблице.

Критериями оценки эффективности терапии являлись сроки обратного развития основных симптомов болезни и санация организма от цист лямблий.

После лечения метронидазолом у детей всех трех возрастных групп сохранялись симптомы интоксикации в виде: снижения аппетита, субфебрилитета, бледности кожных покровов, обложенного языка, а также

диарейный синдром. Болезненность в проекции желчного пузыря и в эпигастральной области, а также зуд кожных покровов также сохранялись и не купировались в процессе лечения.

В результате проведенного исследования врачами-интернами сделан следующий вывод: включение метронидазола в терапию детей, больных лямблиозом, не дало желаемого клинического эффекта, что требует продолжения поиска и использования более эффективных и доступных препаратов.

Заключение

Использование метода RBL при проведении практического занятия позволило обучить интернов определять цели и задачи исследования, работать с научно-медицинской литературой, проводить исследование, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.

Динамика симптомов болезни у детей до и после лечения метронидазолом

СИМПТОМЫ	Первая группа (5–9 лет)		Вторая группа (с 9 до 13 лет)		Третья группа (с 13 по 18 лет)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Болезненность в проекции желчного пузыря	2 (20,0%)	1 (10,0%)	4 (28,6%)	3 (21,4%)	5 (33,3%)	2 (13,3%)
Болезненность в эпигастральной области	8 (80,0%)	6 (60,0%)	8 (57,1%)	7 (50,0%)	10 (66,7%)	8 (53,3%)
Гепатомегалия	0	0	0	0	7 (46,7%)	4 (26,7%)
Снижение аппетита	4 (40,0%)	4 (40,0%)	2 (14,3%)	1 (7,1%)	7 (46,7%)	3 (20,0%)
Снижение массы тела	3 (30,0%)	2 (20,0%)	5 (35,7%)	4 (28,6%)	0	0
Диарея	5 (50,0%)	4 (40,0%)	4 (28,6%)	3 (21,4%)	2 (13,3%)	1 (6,7%)
Субфебрилитет	2 (20,0%)	0	1 (7,1%)	0	3 (20,0%)	2 (13,3%)
Зуд кожных покровов	6 (60,0%)	3 (30,0%)	9 (64,3%)	2 (14,3%)	3 (20,0%)	0
Бледность кожных покровов	5 (50,0%)	5 (50,0%)	2 (14,3%)	2 (14,3%)	10 (66,7%)	10 (66,7%)
Обложенный язык	3 (30,0%)	0	7 (50,0%)	3 (21,4%)	5 (33,3%)	3 (20,0%)

Кроме того, использование данного метода RBL, позволило научиться изложить проанализированный литературный обзор, обработанные данные дизайна исследования, оформить полученные результаты в виде диаграмм и таблиц, описать выводы научного исследования на основании запланированных целей и задач.

Нельзя не отметить положительную сторону работы в плане приобретения практических и коммуникативных навыков интернами при оформлении статьи с руководителем научного исследования и сотрудниками редакционного отдела.

В ходе нашего наблюдения интерны с нетерпением ожидали опубликования их научной работы в журнале. После выхода данной научной статьи повысилась самооценка обучающихся и их уверенность в выполнении различных поставленных перед ними задач.

Методика проведения практического занятия по методу RBL в обучении студен-

тов, интернов, резидентов, магистрантов является важным звеном для их подготовки к выполнению научных исследований.

Список литературы

1. Организация методической работы / В.Б. Молотов-Лучанский, И.М. Риклефс, А.Б. Ташетова и соавт. // Методические указания. – Караганда, 2014. – 63 с.
2. Артюхина А.И., Чумаков В.И. Интерактивные методы обучения в медицинском вузе: учеб. пособие. – Волгоград, 2011. – 33 с.
3. Койков В.В., Дербисалина Г.А. Роль research-based learning в подготовке инновационно-активных специалистов системы здравоохранения // Журнал развития здоровья. – 2012. – № 4 (65). – С. 62–73.
4. Молотов-Лучанский В.Б., Кемелова Г.С. Развитие профессиональной компетентности преподавателя: традиции и инновации медицинского образования Казахстана: материалы II Центрально-Азиатской конференции по медицинскому образованию «Совершенствование медицинского образования через инновации» (Караганда, 10–11 октября 2013 г.). – Караганда, 2013. – С. 187–190.
5. Насакаева Г.Е. Клиника, диагностика, лечение ямблизоза на современном этапе // Медицина и экология. – 2010. – № 4. – С. 213–216.

УДК 378:796.011.1

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА В ФОРМИРОВАНИИ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВУЗА

Марчук С.А.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург,
e-mail: wish59@yandex.ru

Работа предполагает выявить и определить потенциальные возможности физической культуры в формировании общекультурных компетенций у студентов железнодорожного вуза. Результаты исследования позволили предложить структурно-функциональную модель формирования общекультурных компетенций студентов и выделить следующие компоненты: мотивационный, когнитивный, деятельностный и личностный как целостность знаний, умений, навыков и психофизических качеств, обеспечивающих успешное выполнение социальной и профессиональной деятельности. Структура формирования компетенций в процессе физического воспитания, включающая компоненты, средства и критерии оценивания, позволила провести мониторинговые исследования уровня их развития у студентов железнодорожного вуза. В ходе констатирующего этапа экспериментальной работы выявлен недостаточный уровень развития компонентов общекультурных компетенций у студентов, выражающийся в низком уровне мотивации, физкультурных знаний, умений и профессионально важных физических качеств, что подтверждает актуальность представленного исследования. Сравнительный анализ компетенций у студентов разных курсов показал, что в процессе физкультурной деятельности с переходом на старшие курсы происходит незначительная положительная динамика по отдельным компонентам исследуемых компетенций. При этом у 30% студентов третьего курса отмечается низкий уровень компетенций, что указывает на необходимость поиска более эффективных педагогических условий и использование активных методов обучения при изучении дисциплины «Физическая культура и спорт».

Ключевые слова: железнодорожный вуз, дисциплина «Физическая культура и спорт», компетентный подход, общекультурные компетенции

PHYSICAL CULTURE IN THE FORMATION OF CULTURAL COMPETENCES IN STUDENTS OF RAILWAY UNIVERSITY

Marchuk S.A.

Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, e-mail: wish59@yandex.ru

The work involves identifying and identifying the potential of physical culture in the formation of general cultural competencies among students of a railway university. The results of the research made it possible to develop a structurally functional model for the formation general cultural competences of students and to distinguish the following components: motivational, cognitive, activity and personal as the integrity of knowledge, skills, and psychophysical qualities that ensure the successful performance of social and professional activities. The structure of the formation of competencies in the process of physical education, which includes components, tools and evaluation criteria allowed to conduct monitoring studies of the level of their development among the students of the railway university. During the ascertaining stage of experimental work, the insufficient level of development of the components of general cultural competencies among students was revealed, which is expressed in the low level of motivation, physical knowledge, skills and professionally important physical qualities, which confirms the relevance of the presented research. Comparative analysis of competencies among students of different courses showed that in the process of physical culture, with the transition to senior courses, there is a slight positive dynamics in individual components of the competencies studied. At the same time, more than 30% of third-year students have a low level of competence, which points to the need to search for more effective pedagogical conditions and use active teaching methods when studying the discipline «Physical Culture and Sport».

Keywords: railway university, discipline «Physical Culture and Sport», competence approach, general cultural competence

Актуальность проблемы формирования ОК компетенций у студентов железнодорожных специальностей в процессе физической культуры обусловлена потребностями общества в подготовке компетентных специалистов с достаточным уровнем здоровья и психофизической подготовленности к профессиональной деятельности.

Многочисленные исследования показывают, что происходит негативная тенденция отношения студентов к физической культуре, не осознается ее значение для личностного и профессионального здоро-

вья. Констатируется факт снижения уровня здоровья и психофизической готовности студентов, что может отразиться на формировании общих и профессиональных компетенций и успешности профессиональной подготовки в вузе, в дальнейшем на трудовой деятельности [1, 2].

Общекультурные компетенции, составляющие основу профессиональных компетенций, позволяют выпускникам вуза быть востребованными на рынке труда и успешно реализовывать себя в социальной и профессиональной деятельности [3]. Однако со-

временная система вузовского образования недостаточно обеспечивает необходимый уровень формирования ОК у студентов в период их профессиональной подготовки. Система физического воспитания в вузе в основном ориентирована на решение двигательных задач и сдачу контрольных нормативов, что недостаточно обеспечивает решение задач общекультурного развития студентов [4, 5].

Проблемы общекультурных компетенций и условий их формирования рассматриваются разными учеными, такими как И.А. Зимняя, А.В. Хуторской, Н.С. Розова, Рыбасова, М.Г. Синякова, С.Л. Троянская, А.А. Петрова и др.

Отмечая важность имеющихся исследований по изучаемой проблеме, надо сказать, что в теории и практике подготовки инженеров путей сообщения недостаточно разработаны аспекты и мало изучены проблемы в профессиональной подготовке студентов, связанные с формированием ОК, отсутствует технологическая модель формирования ОК студентов железнодорожного вуза средствами физической культуры, в связи с чем рассматриваемая проблема является актуальной.

Цель работы: разработать структурно-функциональную модель формирования ОК компетенций в процессе физического воспитания, оценить уровень их развития у студентов железнодорожного вуза.

Объект исследования – общекультурные компетенции студентов.

Предмет исследования – формирование общекультурных компетенций студентов железнодорожного вуза средствами физической культуры.

Методы исследования: анализ научно-теоретической литературы, констатирующий эксперимент, анализ медицинского обследования, анкетирование, опрос, наблюдение, тестирование, сравнительный анализ, обобщение.

Результаты исследования и их обсуждение

На первом этапе исследования при изучении модели выпускника железнодорожного вуза были выделены следующие общекультурные компетенции, формируемые в процессе физической культуры: владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готовности к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности [6].

Анализ научных работ по исследуемой проблеме и программно-нормативные документы позволили уточнить основные по-

нятия, определить компонентную структуру и содержание ОК компетенций студента, определить понятие формирования общекультурных компетенций в процессе физического воспитания как целостную систему ценностного отношения к физкультурно-оздоровительной деятельности, овладение физкультурными знаниями, умениями и прикладными качествами, для успешной личностной и профессиональной самореализации.

На основе проведенного исследования предлагается в структуре формирования ОК выделить четырехкомпонентный состав компетенций:

Мотивационный компонент: положительное отношение к учебным занятиям, активное участие в физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятиях, желание и стремление вести здоровый образ жизни, быть здоровым и физически готовым к профессиональной деятельности.

Когнитивный компонент: владение теоретическими и методическими знаниями в сфере физической культуры и здорового образа жизни.

Деятельностный компонент: умение планирования и осуществления физической деятельности, владение методами контроля и самоконтроля; владение навыками сохранения здоровья и ценностями физической культуры для личностного и профессионального саморазвития.

Личностный компонент: владение достаточным уровнем профессиональных психофизических качеств, для успешного выполнения социальной и профессиональной деятельности.

Главным условием успешного формирования ОК является контроль над уровнем их развития, в связи с чем определены средства оценивания.

– мотивационный компонент – анкетирование, мониторинг посещаемости учебных занятий, участие в физкультурно-оздоровительных мероприятиях;

– когнитивный компонент – компьютерное тестирование теоретических и методических знаний;

– деятельностный компонент – методико-практические задания (составление комплексов упражнений, планирование индивидуальной программы занятий, владение самодиагностикой, инструкторская практика проведения части или целого урока и др.);

– личностный компонент – двигательные тесты, функциональные пробы.

Комплекс оценочных средств позволяет обеспечивать контроль освоенности компонентов компетенций и определять степень их сформированности в процессе физического воспитания.

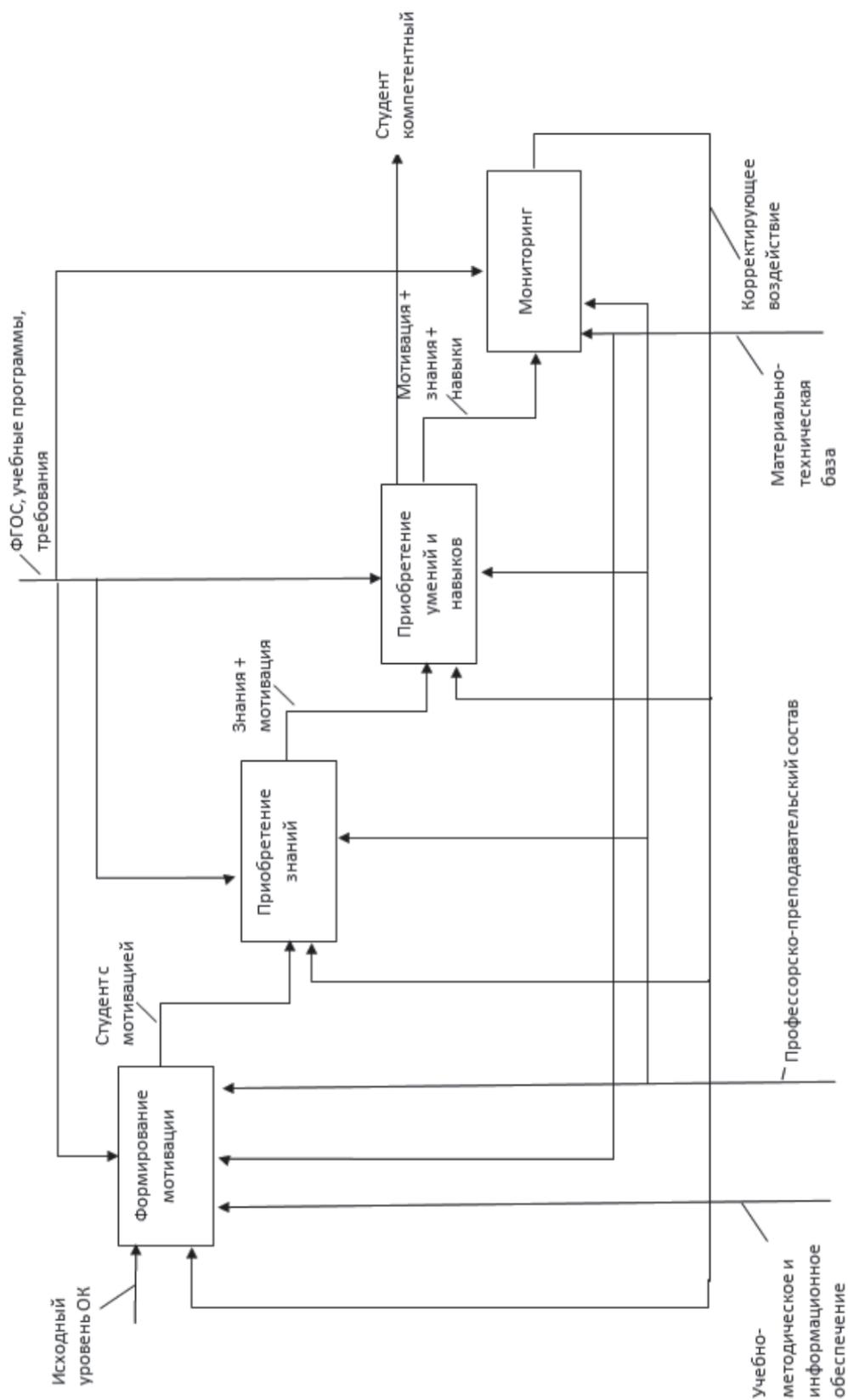


Рис. 1. Структурная модель формирования общекультурных компетенций в процессе физического воспитания

В качестве критерия результативности формирования ОК компетенций студентов необходимо рассматривать наличие положительной динамики формирования всех составляющих компетенции: мотивационного, когнитивного, деятельностного и личностного.

Для достижения поставленной цели – формирование ОК компетенций у студентов в процессе физкультурной деятельности – считаем необходимым на протяжении всего периода обучения проводить мониторинг как основного условия эффективности образовательного процесса. Мониторинг позволит осуществлять анализ, оценку и прогноз развития ОК компетенций и вносить своевременные корректировки в процесс физического воспитания.

Детализированный процесс формирования общекультурных компетенций у студента в процессе физического воспитания представлен на рис. 1.

Разработанная структура формирования ОК компетенций в процессе физического воспитания, включающая компоненты, средства и критерии оценивания компетенций, позволила провести мониторинговые исследования уровня их развития у студентов (на примере отдельных учебных групп).

В констатирующем эксперименте приняли участие 96 студентов, обучающихся на 1–3 курсе Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС).

Анализ развития ОК компетенций у студентов позволил сделать следующее заключение:

На уровне мотивационного компонента: анкетирование студентов и анализ посещения занятий показали, что у студентов 1 и 2 курса (62%), а также у студентов 3

курса (38%) отмечается низкий уровень мотивации, заключающийся в пассивном отношении к учебным занятиям и ведению здорового образа жизни, безучастность и отсутствие интереса к физкультурно-спортивной деятельности. Однако с переходом на старшие курсы увеличивается количество студентов с высоким уровнем мотивации на 2 курсе – 21%, на 3 курсе – 36%.

На уровне когнитивного компонента: тестирование знаний выявило наличие недостаточной осведомленности студентов о целях и задачах физической культуры; незнание основных понятий и положений, касающихся здоровья и здорового образа жизни. Низкий уровень знаний на первом курсе имеют 42% студентов, на втором курсе – 29%, на третьем курсе – 17%. Необходимо отметить, что количество студентов с высокими оценками увеличивается к третьему курсу (рис. 2).

На уровне деятельностного компонента: Анализ результатов методических заданий в программе ВВ (на тему: составить индивидуальную программу, комплекс упражнений, провести самоконтроль функционального состояния и др.), а также демонстрация проведения части урока по физической культуре показали, что студенты с переходом с курса на курс сознательнее и ответственнее относятся к выполнению заданий. Так 90% девушек и 63% юношей 3 курса справились со всеми заданиями на положительные оценки, в то время как студенты 1 и 2 курса: девушки – 66% и 71%, юноши – 46% и 58% соответственно. Качественный анализ показал, что девушки демонстрируют методические и практические знания и умения намного лучше, чем юноши.

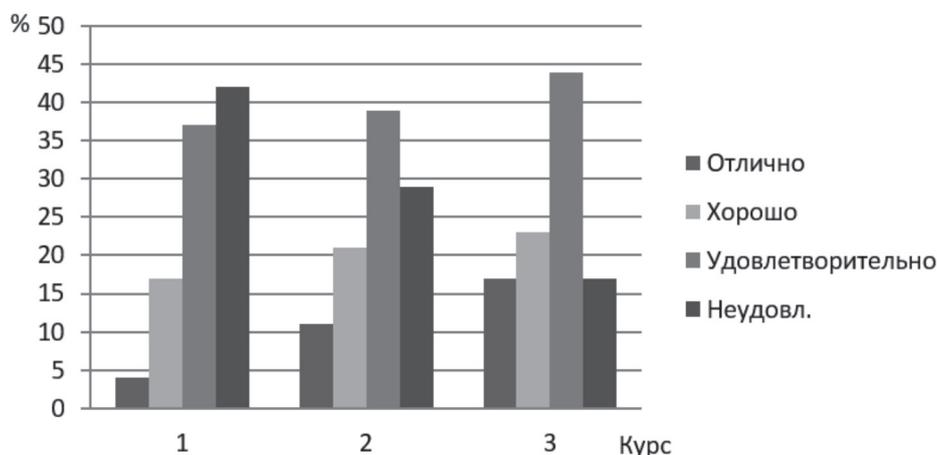


Рис. 2. Результаты тестирования знаний студентов 1–3 курса (%)

Таблица 1

Средние показатели уровня развития физических качеств по курсам (девушки)

№ п/п	Наименование качества (контрольный норматив)	Курс		
		1 курс	2 курс	3 курс
1	Быстрота (бег 100 м, с)	17,68	17,75	17,67
2	Силовая выносливость (подтягивание в висе на низкой перекладине, кол-во раз)	14,05	14,90	15,52
3	Силовая выносливость (отжимание от скамейки, кол-во раз)	10,33	10,51	13,25
4	Прыгучесть (прыжок в длину, см)	173,86	177,88	179,7
5	Скоростно-силовая выносливость (пресс за 1 мин, кол-во раз)	38,26	42,12	44,67
6	Прыжковая выносливость (прыжки через скакалку за 30 с, с)	69,67	76,88	77,51
7	Общая выносливость (бег 2000 м, мин, с)	11,22	11,37	11,18

Таблица 2

Средние показатели уровня развития физических качеств по курсам (юноши)

№ п/п	Наименование качества (контрольный норматив)	Курс		
		1 курс	2 курс	3 курс
1	Быстрота (бег 100 м, с)	14,02	14,11	13,98
2	Силовая выносливость (подтягивание в висе на высокой перекладине, кол-во раз)	9,56	8,67	10,62
3	Силовая выносливость (отжимание, кол-во раз)	29,20	35,95	36,25
4	Прыгучесть (прыжок в длину, см)	245,60	223,11	235,95
5	Координация, быстрота (челночный бег, с)	7,34	7,37	7,23
6	Прыжковая выносливость (прыжки через скакалку за 1 мин, кол-во раз)	122,32	128,45	130,11
7	Силовая выносливость брюшного пресса (из виса поднимание ног до перекладины, кол-во раз)	8,56	9,57	10,25
8	Общая выносливость (бег 3000 м, мин, с)	14,59	14,38	14,08

На уровне личностного компонента: исследования физической и функциональной подготовленности студентов 1 курса показали, что более 40% имеют низкий уровень работоспособности и развития профессионально важных физических качеств, таких как быстрота, выносливость, сила. Мониторинг физической подготовленности студентов на протяжении трех лет обучения выявил положительную динамику с переходом на старшие курсы по некоторым физическим качествам (табл. 1, 2) и уменьшение количества студентов, имеющих низкий уровень физической подготовленности.

Выводы

1. Анализ научных работ по изучаемой проблеме показал, что огромные потенциальные возможности образовательного процесса по физической культуре используются недостаточно. На практике очевидны проблемы снижения уровня здоровья и физической подготовленности студентов, сокращения количества занимающихся физической культурой и спортом.

2. Результаты исследования позволили разработать структурно-функциональную

модель формирования ОК компетенций студентов в процессе физкультурной деятельности и выделить следующие компоненты: мотивационный, когнитивный, деятельностный и личностный как целостность знаний, умений, навыков и психофизических качеств, обеспечивающих успешное выполнение социальной и профессиональной деятельности. Определить условия формирования ОК компетенций у студентов в период обучения в вузе.

3. Мониторинговые исследования выявили, что около 40% студентов первого и второго курса и 30% третьего курса имеют низкий уровень мотивации; недостаточный уровень развития физкультурных знаний, умений и профессионально важных физических качеств. При этом необходимо отметить, что в процессе физического воспитания происходит положительная динамика развития ОК компетенций у студентов по отдельным ее компонентам с переходом на старшие курсы.

4. Создание современных материально-технических условий и использование активных методов обучения с применением информационных технологий при изучении дисциплины «Физическая культу-

ра и спорт» позволит повысить интерес у студентов к получению знаний, активизировать их познавательную деятельность, способствовать развитию общекультурных компетенций.

Список литературы

1. Сергеева О.Н. Формирование психофизической готовности к профессиональной деятельности будущих специалистов по организации и безопасности движения средствами физической культуры и спорта в вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Йошкар-Ола, 2012. – 23 с.
2. Марчук С.А., Евсеев А.В. Особенности формирования общекультурных компетенций у будущих инженерных работников в рамках дисциплины «Физическая культура» // Инновационный транспорт. – 2012. – №5 (6). – С. 60–64.
3. Глебов В.А. Сущность профессиональных компетенций курсантов военного вуза // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=10035> (дата обращения: 22.12.2017).
4. Скопинцов В.И. Программа формирования ряда общекультурных компетенций у курсантов военного вуза за счет средств физической подготовки // Гуманитарный вестник. – 2014. – № 2 (29). – С. 103–106.
5. Смирнова Е.И. Развитие общекультурных компетенций студентов педагогического вуза в физкультурной деятельности: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Омск, 2012. – 22 с.
6. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов (уровень специалитета): Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 октября 2016 г. № 1296. URL: <http://base.garant.ru/71539542> (дата обращения: 02.02.2018).

УДК 378:372.881.111.1:78

ИНОЯЗЫЧНЫЕ НАВЫКИ КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННОГО МУЗЫКАНТА

Трутнев А.Ю., Котенко А.С.

ГБОУ ВО ЧО «Магнитогорская государственная консерватория им. М.И. Глинки», Магнитогорск, e-mail: slalex@inbox.ru

Понимание, что общекультурные компетенции, в частности владение иностранным языком, являются для исполнителя абсолютно необходимыми, обусловлено адекватной оценкой актуальных тенденций развития культуры и учётом высоких требований к музыканту в современном обществе. С учётом тенденции к расширению и укреплению межкультурных контактов в сфере исполнительского искусства иноязычная компетенция представляется одним из важнейших элементов профессионализма современного музыканта. Важным условием эффективной коммуникации в интернациональных формах сотрудничества и повышения квалификации является владение английским языком, выступающим в качестве основного инструмента коммуникации. Развитие иноязычных речевых навыков подразумевает параллельное приобщение к традициям и культурным ценностям, которые отражаются в языке. Это оказывает большое влияние на глубину восприятия, а затем и точность передачи музыкантом замысла композитора. Практика показывает, что владение иностранными языками в значительной мере повышает эффективность творческих связей и способствует более глубокому пониманию других культур, аналитическому восприятию музыкальных произведений, воспитанию толерантности и формированию поликультурной личности в сфере исполнительского искусства. Иноязычные навыки играют существенную роль в профессиональной деятельности современного музыканта, обеспечивая его включённость в межкультурное взаимодействие.

Ключевые слова: межкультурная коммуникация, профессионализм, иноязычные навыки, поликультурная личность, английский язык, музыкальное исполнительство

FOREIGN LANGUAGE SKILLS AS AN OPTIMIZATION FACTOR OF THE MODERN MUSICIAN'S PROFESSIONAL ACTIVITIES

Trutnev A.Yu., Kotenko A.S.

Glinka Magnitogorsk State Conservatory (Academy), Magnitogorsk, e-mail: slalex@inbox.ru

The understanding that common cultural competences, in particular foreign language skills, are absolutely necessary for the performing arts, is based on adequate assessment of current trends in cultural development and also of high requirements to the musician in the modern society. Taking into account the tendency to expand and strengthen intercultural contacts in musical performance, foreign language skills seem to be one of the most crucial elements of the modern musician's professionalism. An essential factor of successful communication in different forms of international cooperation and professional development is to know the English language as a universal means of communication. Improving foreign language skills includes introduction to the traditional and cultural values which are reflected in the language. It is important for perception of music, but also for a better expression of the composer's intention. Experience shows that foreign language skills considerably increase efficiency of creative communications, promote a deeper understanding of other cultures and an analytical approach to perception of music, help to educate tolerance and to develop a polycultural personality in performing arts. Foreign language skills have a great importance for professional activities of the modern musician and ensure his inclusion in intercultural communication.

Keywords: intercultural communication, professionalism, foreign language skills, polycultural personality, English, musical performance

В условиях широкого развития межгосударственных и межнациональных контактов в сфере культуры и искусства представляется актуальным проанализировать влияние иноязычных навыков на оптимизацию профессиональной деятельности современного музыканта.

Применительно к исследуемой теме считаем необходимым опираться на термин «межкультурная коммуникация», который явным образом объединяет в себе два ключевых элемента, взаимовлияние и взаимозависимость которых не только очевидны, но и доказаны. Как верно отмечает С.Г. Тер-Минасова, межкультурная коммуникация представляет собой взаимодействие пред-

ставителей разных стран и народов, имеющих собственные представления о мире, основанные на исторически сложившихся связях и традициях. Язык, выступающий основой этого взаимодействия, позволяет называть предметы и явления, формулировать мысли, выражать эмоции. А культура, будучи отражением традиций, именно посредством языка фиксирует особенности национального мировоззрения. Иными словами, язык и культура – две взаимодополняющие части одного целого [1, 2].

Рассматривая вопрос профессиональной подготовки музыканта, необходимо учитывать такой аспект, как готовность к иноязычной коммуникации [3]. Ведь спе-

цифика исполнительской деятельности предполагает не только изучение классических произведений. Хотя и такую привычную форму работы можно осуществлять на разных уровнях, с разной степенью вовлечённости и глубины рассмотрения.

Помимо этого существует множество программ, в рамках которых организуются мероприятия, направленные на стимулирование мобильности в сфере культуры, развитие международного сотрудничества, установление профессиональных связей между творческими коллективами разных стран. В частности, речь может идти о стажировках, мастер-классах, гастролях, конкурсах, фестивалях, участии в составе смешанных ансамблей и оркестров.

Многонациональные проекты обладают большим познавательным и объединяющим потенциалом, позволяют участникам в режиме полного погружения ощутить себя частью мирового исполнительского сообщества. Подобный опыт обогащает технику владения инструментом, развивает чувство стиля и эстетический вкус, формирует гармоничную творческую личность. При этом важным условием эффективной коммуникации в интернациональных формах сотрудничества и повышения квалификации является владение иностранным языком, преимущественно английским, выступающим в качестве основного инструмента коммуникации [4–6].

Исследуя проблематику профессионально-ориентированного общения, И.А. Алёхин отмечает, что коммуникантам необходим целый комплекс сформированных навыков, среди которых можно выделить диалогичность мышления, поликультурность, рефлексивность, способность ориентироваться в контексте [7]. Аналогичной позиции придерживается П.П. Ростовцева, обоснованно указывая на необходимость подготовки специалистов, способных адекватно осуществлять выбор языковых средств и способов осуществления речевой деятельности в продуктивных и рецептивных видах [8]. В этой связи разделяем мнение Е.Н. Борисовой, которая предлагает проблему повышения гуманитарной подготовки в музыкальных вузах решать в том числе при помощи оптимизации подходов к формированию иноязычной компетенции на основе интегрированного обучения языку с опорой на культурологические аспекты и в контексте профессионального общения [9].

В исполнительской среде порой встречается мнение, что дисциплины, отличные от специальности, являются второстепенными. К счастью, такой неоправданно узкий подход к (само)развитию, исключаящий

очень значимый компонент профессионально-личностного становления музыканта, не преобладает. Понимание, что общекультурные компетенции, в частности владение иностранным языком, являются для исполнителя абсолютно необходимыми, обусловлено адекватной оценкой актуальных тенденций развития культуры и учётом высоких требований к музыканту в современном обществе [10]. Соответственно, понятие профессионализма требует более широкой и подробной трактовки, не ограниченной указанием на необходимость обладать лишь специальными техническими (инструментальными) компетенциями.

В этой связи весьма убедительно выглядят аргументы Н.В. Корчагиной, которая анализирует термин «профессионализм» с позиций акмеологического подхода. Опираясь в своих рассуждениях на принципы, сформулированные Б.Г. Ананьевым, она предлагает учитывать триединое проявление целостной природы человека (как индивида, личности и субъекта деятельности). Согласно Н.В. Корчагиной, профессионализм музыканта-исполнителя – это многоуровневая интегральная структура, включающая четыре взаимосвязанных составляющих профессии и личности музыканта, проявляющихся на акме-уровне: индивидуальные характеристики, профессионализм личности и деятельности, нормативность деятельности и поведенческие аспекты [11]. Развивая данный тезис, считаем, что логично рассматривать понятие профессионализма музыканта как гармоничное сочетание узкоспециальных (исполнительских) и общечеловеческих (гуманитарных) компетенций. К последним, как представляется, можно отнести навыки устной и письменной речи на родном языке и готовность осуществлять профессионально-ориентированную коммуникацию на иностранных языках.

Поскольку общественные изменения влекут за собой корректировку требований к выпускникам вузов в количественном выражении и в содержательном плане, система образования должна оперативно реагировать на социальный заказ и готовить специалистов с определённым набором сформированных профессиональных и общекультурных навыков. В этой связи мы изучили требования к музыканту в части владения профессионально значимыми компетенциями. В частности, постарались определить роль и место иностранных языков в сфере классического исполнительского искусства.

Профессиональная деятельность в сфере культуры и искусства предполагает

непрерывное самосовершенствование. Музыканту недостаточно овладеть мастерством исполнителя, чисто техническими его аспектами. Перефразируя определение С.И. Ожегова, можно сказать, что компетентность специалиста проявляется в достаточно широкой осведомлённости по целому ряду вопросов, имеющих прямое или косвенное отношение к профессиональной деятельности [12].

В культурном пространстве исполнитель выступает как носитель знаний о музыкальном наследии человечества, а также художественных, эстетических ценностей, гуманистического мировоззрения. Обще-гуманитарные навыки способствуют развитию интеллектуального и эмоционального богатства личности, играют большую роль в возможности профессиональной и творческой самореализации. Когнитивная деятельность способствует интеллектуальному, духовно-эстетическому развитию личности музыканта, что впоследствии отражается на содержательной стороне исполнения музыкальных произведений. Помимо работы над технической стороной исполнения, оттачиванием узкопрофессиональных приемов и навыков музыкант обязан непрерывно расширять свой кругозор, углублять знания в области таких предметов, как история искусств, история музыки, литература, мировая художественная культура, иностранный язык и т.д. [13–15].

С учётом тенденции к расширению и укреплению межкультурных контактов в сфере исполнительского искусства иноязычная компетенция представляется одним из важнейших элементов профессионализма современного музыканта. Владение иностранными языками стимулирует его познавательную активность, расширяет возможности творческой самореализации, повышает общий уровень гуманитарной подготовки и является одним из ключевых факторов успешной адаптации исполнителя к осуществлению профессиональной деятельности в условиях поликультурной среды [16].

Научный подход подразумевает всестороннее и объективное рассмотрение исследуемой проблемы. Поэтому в контексте рассуждений об иноязычных навыках считаем необходимым подчеркнуть взаимосвязь личностного уровня восприятия действительности и общественных интересов. Так, на почве политических и экономических разногласий между государствами порой складываются довольно сложные взаимоотношения. При этом в сфере культуры, в частности в классическом музыкальном искусстве, часто удается поддерживать

творческие контакты. Можно без преувеличения утверждать, что на фоне политической напряжённости международные мероприятия, нацеленные на взаимодействие представителей различных культур и исполнительских школ, отчасти приобретают ещё и миротворческую функцию. Есть основания предполагать, что в переломные моменты развития общества культура и искусство способны не просто сохранить межнациональные контакты, но также стать основой духовного возрождения, сыграть важную роль в преодолении кризисных явлений социально-экономического и политического характера.

Считаем, что международное сотрудничество в сфере музыкального исполнительского искусства представляет собой хрупкую, но реальную возможность объединить на духовно-интеллектуальном уровне представителей различных культур, поколений, религий, политических и социально-экономических взглядов. Для этого от музыканта помимо прочего требуется обладание двумя взаимодополняющими навыками – исполнительским мастерством, то есть способностью воздействовать на эмоционально-чувственную сферу человека посредством музыкального языка, и иноязычной компетентностью, позволяющей максимально точно вербализовать эстетические и духовно-нравственные интенции.

Анализируя особенности исполнительской деятельности в России и за рубежом, мы приходим к выводу, что она имеет ярко выраженный поликультурный характер и характеризуется общей тенденцией к популяризации международных мероприятий и проектов. Это обуславливает необходимость в профессионально-ориентированном общении на иностранных языках с целью повышения эффективности в решении творческих и организационных вопросов.

Музыкальные организации нередко сотрудничают с зарубежными солистами и дирижёрами, что способствует созданию интернациональных коллективов. В таких условиях можно говорить о достаточно высоком уровне мотивации не только к получению базовой иноязычной подготовки, но и к углубленному изучению иностранных языков. Очевидно, что специалист, свободно владеющий иностранным языком в своей профессиональной сфере, обладает к тому же важным конкурентным преимуществом.

Из репетиционной практики оркестра следует, что языковой барьер является серьёзным препятствием для продуктивного взаимодействия и установления взаимопонимания в коллективе. Как известно, твор-

ческий процесс требует глубоких знаний в сфере классической музыки, понимания особенностей и функциональных возможностей каждого музыкального инструмента, готовности чётко воспринимать и учитывать указания дирижёра относительно баланса, желаемых нюансов, особенностей голосоведения, тембра и характера звучания [17]. Но привлечение профессиональных переводчиков, специализирующихся на музыкальной тематике и разбирающихся в тонкостях оркестровой работы, не всегда возможно. В связи с этим оптимальный вариант нам видится в использовании оркестрантами английского языка как средства межкультурной коммуникации.

Для иллюстрации приведём пример Свердловской государственной академической филармонии, на базе которой с 2014 г. реализуется международный проект «Летняя оркестровая академия». Практически ежегодно в г. Екатеринбурге на несколько недель собирается интернациональный состав из 10–15 стран и проводится интенсивная работа по подготовке концертной программы. Приглашённые педагоги и выдающиеся зарубежные дирижёры помогают музыкантам сыграть посредством мастер-классов, индивидуальных и групповых репетиций. Многонациональный характер мероприятия предполагает решение в том числе языковых проблем. Наиболее приемлемым вариантом признано общение на английском языке, поскольку это распространённая мировая практика. Можно отметить высокий уровень лингвистической подготовки представителей Европы, Азии, Северной и Южной Америки, которые часто довольно свободно объясняются на нескольких языках. В то же время русскоязычные исполнители испытывают заметные трудности в общении даже только на английском. Недостаточная иноязычная подготовка российских музыкантов снижает эффективность совместной работы и ограничивает их возможности в совершенствовании своего исполнительского мастерства. Это тот случай, когда несформированность иноязычного навыка влияет на качество творческой самореализации личности.

Коммуникация в рамках международных проектов призвана стимулировать обмен опытом, способствовать налаживанию творческих и дружеских связей, закладывать перспективы дальнейшего сотрудничества в сфере культуры. При этом отсутствие навыков иноязычного речевого общения удлиняет репетиционный процесс, делая его менее продуктивным, создаёт затруднения в профессиональных контактах с коллегами-музыкантами и снижает уровень психо-

логической удовлетворённости участников от совместной деятельности.

С развитием электронно-коммуникационных средств появились новые возможности для личностного и профессионального роста в сфере классического музыкального искусства. Всемирная сеть Интернет содержит большой объём тематической информации, позволяя современному исполнителю постоянно быть в курсе новостей мировой музыкальной культуры, отслеживать актуальные тенденции, поддерживать тесные контакты с коллегами из разных стран [18]. Однако не все ресурсы русскоязычные. Многие полезные сведения доступны лишь на английском или, в меньшей степени, на других языках. Онлайн-сервисы перевода, даже использующие технологию машинного обучения нейронных сетей, всё же не в состоянии обеспечить качественный перевод. Одной из причин является высокая эмоциональная доминанта и субъективный характер лексических средств, используемых для описания музыки [19]. Соответственно, роль человека, владеющего иностранным языком и специальными знаниями в предметной области, по-прежнему велика.

Профессиональный подход обуславливает интерес музыкантов к постоянной актуализации информации по специальности. В частности, посредством анализа методических, научных, эпистолярных и художественных источников. Несмотря на наличие достаточного количества переводной литературы по исполнительскому искусству, важным способом получения достоверных данных может выступать также чтение иноязычных произведений в оригинале. Изучение документов на иностранном языке позволяет музыканту более полно и глубоко ознакомиться с аутентичной информацией для последующего анализа и обобщения.

Развитие иноязычных речевых навыков подразумевает параллельное приобщение к традициям и культурным ценностям, которые отражаются в языке. Это оказывает большое влияние на глубину восприятия, а затем и точность передачи музыкантом замысла композитора. Музыкальное искусство уникально тем, что одновременно воздействует на эмоционально-чувственную сферу и требует от слушателей, а особенно от исполнителей тонкой душевной и интеллектуальной работы. Стремление проникнуть в мир автора и ощутить дух эпохи позволяет максимально подробно изучить и понять цели создания, стилевые особенности и образно-интонационную основу произведения. Иными словами, иноязычные документы способны дополнить эмо-

циональную структуру музыкального языка фактологической информацией и обеспечить музыканту возможность сформировать цельную картину. Это важно, поскольку музыкант несёт ответственность за историческую достоверность своей интерпретации исполняемого произведения, что особенно актуально для исполнителей-аутентистов.

В современной практике у музыкантов есть своя интернациональная терминология, знакомство с которой начинается с самого раннего этапа обучения музыке. Исторически сложилось так, что наиболее часто используемые музыкальные термины – на итальянском языке. С развитием музыкального искусства по-прежнему необходимо и естественно использование итальянского языка для обозначения темпа, нюансов, характера, штрихов, способов и приёмов звукоизвлечения.

Однако профессионализм музыканта предполагает процесс самосовершенствования, непрерывного обучения, в том числе и в лингвистических аспектах. К примеру, не во всех изданиях и не во всех традициях принято применять исключительно итальянские термины. Анализ показывает, что в XX веке многие композиторы предпочитали использовать возможности своего родного языка. Так, в симфониях Густава Малера (Gustav Mahler) наряду с итальянскими терминами указаны нюансы, штрихи и темпы на немецком. В произведениях Эжена Изаи (Eugène Ysaÿe) термины и многочисленные авторские указания – на французском. Повидимому, использование комментариев на родном языке помогало композиторам глубже выразить и точнее донести свой авторский замысел. При этом актуальная тенденция в сфере международного общения в условиях многоязычия предполагает использование преимущественно английского языка как универсального средства профессионального общения.

Вербальный язык – это знаковая система, описывающая окружающую действительность при помощи рационально-логических средств и отражающая культуру, мышление. Музыкальный язык можно обозначить как коммуникативный культурный код, обладающий свойством «овеществления» наших представлений о системе чувств при помощи акустических средств выразительности. И эти два явления дополняют друг друга, формируя у человека целостное гармоничное мировосприятие [20].

Процесс самообразования и самосовершенствования в исполнительской сфере тесно связан с необходимостью осуществления

постоянных контактов с представителями других культур для обмена опытом и знаниями. Практика показывает, что владение иностранными языками в значительной мере повышает эффективность творческих связей и способствует более глубокому пониманию других культур, аналитическому восприятию музыкальных произведений, а также воспитанию толерантности, формированию поликультурной личности. Мы убеждены, что иноязычные навыки играют существенную роль в процессе формирования личности современного музыканта и представляют собой фактор оптимизации профессиональной деятельности современного музыканта.

Список литературы

1. Тер-Минасова С.Г. Язык и межкультурная коммуникация: учебное пособие для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Лингвистика и межкультурная коммуникация» / С.Г. Тер-Минасова. – 3-е изд. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2008. – 350 с.
2. Тер-Минасова С.Г. Союз нерушимый языка и культуры: проблематика межкультурной коммуникации в теории и практике преподавания РКИ // Русский язык за рубежом. – 2011. – № 4 (227). – С. 93–97.
3. Репина М.В. Педагогические условия формирования готовности студентов к преодолению барьеров иноязычного общения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Репина Марина Валерьевна; [Место защиты: Краснодар. гос. ун-т культуры и искусств]. – Краснодар, 2009. – 180 с.
4. Доценко Н.С. Иноязычная компетенция как двигатель карьеры в условиях современной глобализации / Н.С. Доценко, А.В. Алисевиц // Потенциал современной науки. – 2014. – № 5. – С. 52–56.
5. Макарова Е.Е. Интегративный подход к формированию лингвокультурологической компетентности студентов гуманитарных специальностей вуза: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Макарова Елена Евгеньевна; [Место защиты: Вят. гос. гуманитар. ун-т]. – Киров, 2010. – 229 с.
6. Подгорбунских А.А. Формирование лингвокультурной компетентности студентов педагогического вуза: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Подгорбунских Анастасия Александровна; [Место защиты: Челябин. гос. пед. ун-т]. – Шадринск, 2012. – 211 с.
7. Алёхин И.А. Психология и педагогика: учебное пособие для профессорско-преподавательского состава, слушателей, курсантов (студентов) военных вузов и Российской таможенной академии / И.А. Алёхин, А.И. Пустозеров. – М.: Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Российская таможенная акад.», 2008. – 246 с.
8. Ростовцева П.П. Современная языковая подготовка в неязыковом вузе // European Social Science Journal. – 2012. – № 10–1 (26). – С. 83–86.
9. Борисова Е.Н. Иноязычная компетенция педагога-музыканта. Теоретические основы формирования: монография. – Саарбрюккен: международный издательский дом «LAP Lambert Academic Publishing», 2012. – 165 с.
10. Благов Ю.В. Формирование поликультурной компетенции у студентов музыкальных колледжей на основе интеграции учебных дисциплин: иностранный язык, литература, музыкальная литература: автореферат дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Благов Юрий Владимирович; [Место защиты: Ур. гос. пед. ун-т]. – Екатеринбург, 2017. – 24 с.
11. Корчагина Н.В. Акмеологический аспект профессионализма музыканта-исполнителя / Н.В. Корчагина //

- Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика. – 2010. – № 3. – С. 116–123.
12. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка: около 65000 слов и фразеологических выражений / С.И. Ожегов; под ред. Л.И. Скворцова. – 26-е изд., перераб. и доп. – М.: Оникс, 2008. – 735 с.
13. Максаева А.Э. Социокультурный опыт в практике обучения иностранному языку: монография / А.Э. Максаева. – М.: Наука: ФЛИНТА, 2016. – 269 с.
14. Сысоев П.В. Языковое поликультурное образование: теория и практика. – М.: Глосса-Пресс, 2008. – 385 с.
15. Городецкая Л.А. Лингвокультура и лингвокультурная компетентность: монография / Л.А. Городецкая; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак. иностранных яз. и регионоведения. – М.: Университет, 2009. – 263 с.
16. Соколов Е.А. Методология культурного самоопределения формирующейся личности специалиста-гуманитария. Опыт философского осмысления: монография / Е.А. Соколов, Н.Е. Буланкина. – М.: Университетская кн., 2011. – 230 с.
17. Кайль Ю.А. Ведущие мотивы при подготовке специалиста неязыкового вуза к использованию знаний иностранного языка // Интеграция образования. – 2008. – № 2. – С. 83–85.
18. Трутнев А.Ю. Информационные технологии как инструмент формирования общекультурной компетенции современного музыканта // Вестник Магнитогорской консерватории. – 2017. – № 3. – С. 97–100.
19. Полтавец Ю.Н., Трутнев А.Ю. Компьютерные технологии в процессе обучения иностранному языку // Образование и педагогические науки в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник статей победителей Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – Пенза: Наука и просвещение, 2017. – С. 219–224.
20. Тараева Г.Р. Музыкальный язык как коммуникативный культурный код // Теория и практика общественного развития. – 2012. – Вып. 2. – С. 213–215.

УДК 159.9:314.5

ОСОБЕННОСТИ СУПРУЖЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ И ЛИЧНОСТИ ЖЕНЩИН С ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Котова М.А., Сурьянинова Т.И.

*ФГБОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России),
Курск, e-mail: kurskmed@mail.ru*

Актуальность исследования психологических особенностей супружеских отношений у женщин с гинекологическими заболеваниями связана с распространенностью заболеваний женской репродуктивной системы, таких как миома матки, киста яичников, бесплодие, внематочная беременность и т.д. Отмечается рост частоты возникновения заболеваний и омолаживание контингента женщин, обращающихся за помощью. Также малоизученной остается проблема социально-психологического фактора в развитии данной патологии. Статья посвящена исследованию особенностей переживания феминности женщинами, общения между супругами, а также удовлетворенности браком. Целью является установление взаимосвязи характера супружеских отношений и индивидуально-личностных особенностей женщин с гинекологическими заболеваниями. Объектом исследования явились супружеские отношения и индивидуально-личностные особенности женщин. В содержании статьи отмечается актуальность данной темы, выделяется объект, цель и методы исследования, а также организация исследования и описание результатов. В статье представлен краткий теоретический анализ характера супружеских отношений и индивидуально-личностных особенностей женщин с гинекологическими заболеваниями и результаты эмпирического исследования. Интерес вызывают полученные результаты, в частности индивидуально-личностные особенности и особенности супружеских отношений женщин с гинекологическими заболеваниями. А именно достоверно значимые различия в самоотношении женщин с гинекологической патологией и в общении между супругами у женщин с гинекологическими заболеваниями.

Ключевые слова: индивидуально-личностные особенности, самоотношение, маскулинность, феминность, андрогинность, супружеские отношения, удовлетворенность браком, супружеская коммуникация, гинекологические заболевания

THE PECULIARITIES OF THE SPOUSE RELATIONS AND THE PERSONALITY OF WOMEN WITH GYNECOLOGICAL DISEASES

Kotova M.A., Suryaninova T.I.

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Kursk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Kursk, e-mail: kurskmed@mail.ru*

Actuality of research of psychological features of matrimonial relations for women with gynaecological diseases is related to prevalence of diseases of the woman reproductive system such, as a hysterosioma, cyst of ovaries, sterility, ectopic pregnancy etc. The height of frequency of origin of diseases and rejuvenation of contingent of women circulating for help are marked. The also small studied is remained by the problem of socially-psychological factor in development of this pathology. The article is sanctified to research of features of experiencing by femininity women, communication between the married couples, and also satisfaction by marriage. An aim is establishment of intercommunication of character of matrimonial relations and individually-personality features of women with gynaecological diseases. A research object were matrimonial relations and individually-personality features of women. Actuality of this theme registers in maintenance of the article, an object, aim and research methods, and also organization of research and description of results, is distinguished. The short theoretical analysis of character of matrimonial relations and individually-personality features of women with gynaecological diseases and results of empiric research are presented in the article. Interest is caused by the got results, in particular individually-personality features and features of matrimonial relations of women with gynaecological diseases. Namely for certain meaningful distinctions in the self-dealing of women with gynaecological pathology and in communication between the married couples for women with gynaecological diseases.

Keywords: personality-personal characteristics, self-relationship, masculinity, femininity, androgyny, marital relations, marriage satisfaction, marital communication, gynecological diseases

Актуальность исследования психологических особенностей супружеских отношений женщин с гинекологическими заболеваниями связана с распространенностью заболеваний женской репродуктивной системы, таких как миома матки, киста яичников, бесплодие, внематочная беременность и т.д. Отмечается рост частоты возникновения заболеваний и омолажива-

ние контингента женщин, обращающихся за помощью [1].

Существует ряд отечественных исследований (А.С. Кочарян, А.А. Макаренко, Дин Шао Цзе, 2015), посвященных проблеме гинекологической патологии у женщин, но в данных исследованиях практически не уделено внимания социально-психологическому фактору в развитии данной пато-

логии, в частности взаимосвязи характера супружеских отношений и индивидуально-личностных особенностей женщин с гинекологическими заболеваниями. В нашем исследовании мы ставим цель комплексно подойти к исследованию характера супружеских отношений и индивидуально-личностных особенностей женщин с гинекологическими заболеваниями [2].

В.В. Столин, Н.И. Сарджвеладзе, И.С. Кон, И.И. Чеснокова, У. Джемс, Э. Эрикссон, К. Роджерс, Р. Бернс изучали проблему самоотношения личности [3, 4]. Отношение человека к себе является базовым конструктом личности, влияющим на процессы самопознания, коммуникации, саморегуляцию и на поведенческие проявления личности на развитие межличностных взаимоотношений, в том числе и супружеских. Позитивное устойчивое самоотношение лежит в основании веры человека в свои возможности, обуславливает оптимизм в отношении ожидания успешности своих действий в ситуациях неопределенности. Специфика самоотношения женщины и способов его изменения связана с резкими изменениями в системах социальных ролей и общепринятых норм.

Важной особенностью отношения женщины к самой себе является переживание ее фемининности, которая тесно связана с супружескими отношениями, в том числе с межличностным общением супругов между собой и как результатом удовлетворенности браком. Проблему фемининности (женственности) исследовали З. Фрейд, Х. Дойч, К. Хорни, М. Кляйн, К. Гиллиган, Н. Ходоров, Дж. Миллер и другие [5].

Традиционно сложившиеся представления о маскулинности и фемининности претерпевают изменения не только в социуме, но и в семейных отношениях. Проблема разделения домашних обязанностей, воспитания детей и распределения ролей между супругами проявляется все чаще в современных семьях. Также проблема обретения своей женской природы, женственности, самости влияет на здоровье женщины. Подавление же ее, дисгармония, ущербность отношений с мужчиной, неспособность к полному духовному и физическому слиянию с ним влияет не только на развитие супружеских отношений, самоотношение женщины и ее удовлетворенность браком в целом, а также на репродуктивное здоровье, отсутствие или возникновение гинекологических заболеваний.

Удовлетворенность браком напрямую связана с индивидуально-личностными

особенностями женщины, а также с особенностями супружеских отношений. Данная взаимосвязь нашла свое подтверждение в исследованиях С.И. Голод, Т.В. Андреевой, А.В. Толстовой, Е.Б. Назаровой, Т.А. Гурко, У. Харли и других [6].

В нашем исследовании предпринята попытка эмпирически исследовать особенности переживаний фемининности женщинами, общения между супругами и удовлетворенности браком. Исследование направлено на установление взаимосвязи характера супружеских отношений и индивидуально-личностных особенностей женщин с гинекологическими заболеваниями. Объектом исследования явились супружеские отношения и индивидуально-личностные особенности женщин. В первую экспериментальную группу вошли женщины с гинекологическими заболеваниями (миома матки и киста яичников), во вторую контрольную группу – гинекологически здоровые женщины. Объем выборки составил 36 человек. Экспериментальную группу составили 16 женщин с гинекологическими заболеваниями (23–43 лет), а именно 5 женщин с заболеванием миомы матки, 11 – кисты яичников, контрольную группу – 20 здоровых женщин (23–43 лет).

Методы исследования: тест-опросник самоотношения (В.В. Столин, С.Р. Пантелеев), опросник «Маскулинность, фемининность и гендерный тип личности» (О.Г. Лопухова), тест-опросник удовлетворенности браком (В.В. Столин, Т.Л. Романова, Г.П. Бутенко), методика «Общение в семье» (Ю.Е. Алешина, Л.Я. Гозман, Е.М. Дубовская).

Результаты исследования и их обсуждение

При исследовании самоотношения женщин с гинекологическими заболеваниями и гинекологически здоровых женщин с помощью тест-опросника самоотношения (В.В. Столин, С.Р. Пантелеев) нами были получены различия по критерию χ^2 Пирсона на высоком уровне статистической значимости, по таким шкалам, как самоуважение ($p = 0,00720$), аутосимпатия ($p = 0,00683$), самопринятие ($p = 0,00107$) и самообвинение ($p = 0,00000$) (см. табл. 1–4).

У женщин с гинекологическими заболеваниями низкий уровень самоуважения, аутосимпатии и самопринятия, но высокий уровень самообвинения, в то время как у гинекологически здоровых женщин крайне низкий уровень самообвинения и высокие показатели по шкалам самоуважения, аутосимпатии и самопринятия.

Таблица 1

Сравнительный анализ самооотношения по шкале «самоуважение» гинекологически здоровых женщин (контрольная группа) и женщин с гинекологическими заболеваниями (экспериментальная группа) по критерию χ^2 Пирсона

Statistics: Самоуважение (3) x Группы (2) (Spreadsheet7)			
Statistics	Chi-square	df	P
Pearson Chi-square	9,867272	df = 2	p = 0,00720

Таблица 2

Сравнительный анализ самооотношения по шкале «аутосимпатия» гинекологически здоровых женщин (контрольная группа) и женщин с гинекологическими заболеваниями (экспериментальная группа) по критерию χ^2 Пирсона

Statistics: Аутосимпатия (3) x Группы (2) (Spreadsheet7)			
Statistics	Chi-square	df	P
Pearson Chi-square	9,974117	df = 2	p = 0,00683

Таблица 3

Сравнительный анализ самооотношения по шкале «самопринятие» гинекологически здоровых женщин (контрольная группа) и женщин с гинекологическими заболеваниями (экспериментальная группа) по критерию χ^2 Пирсона

Statistics: Самопринятие (3) x Группы (2) (Spreadsheet7)			
Statistics	Chi-square	df	P
Pearson Chi-square	13,68000	df = 2	p = 0,00107

Таблица 4

Сравнительный анализ самооотношения по шкале «самообвинение» гинекологически здоровых женщин (контрольная группа) и женщин с гинекологическими заболеваниями (экспериментальная группа) по критерию χ^2 Пирсона

Statistics: Самообвинение (3) x Группы (2) (Spreadsheet7)			
Statistics	Chi-square	df	P
Pearson Chi-square	28,63636	df = 2	p = 0,00000

Тест - опросник Самоотношение

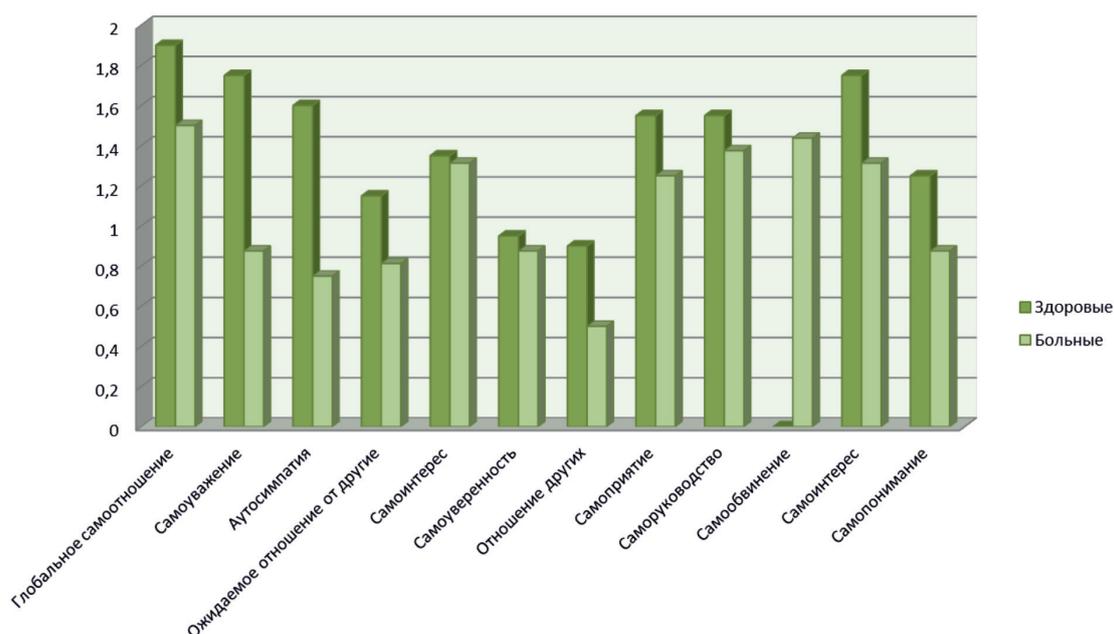


Рис. 1. Различия в средних значениях у контрольной и экспериментальной групп по тест-опроснику самооотношения (В.В. Столин, С.Р. Пантелеев)

Общение в семье

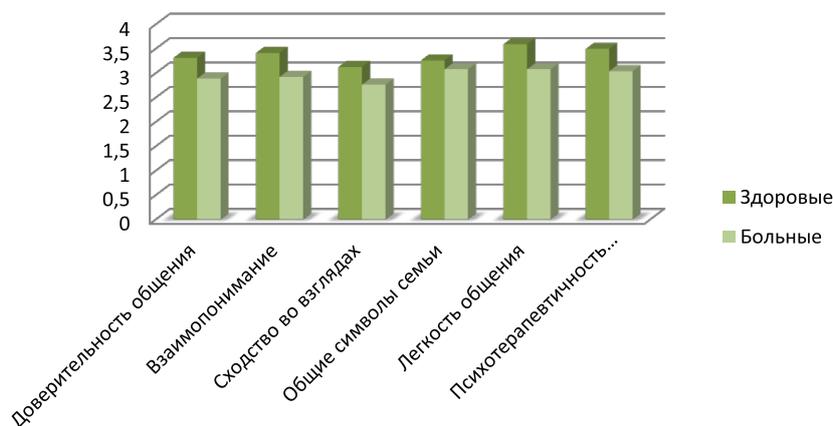


Рис. 2. Различия в средних значениях у контрольной и экспериментальной групп по методике «Общение в семье» (Ю.Е. Алешина, Л.Я. Гозман, Е.М. Дубовская)

Гендерный тип личности

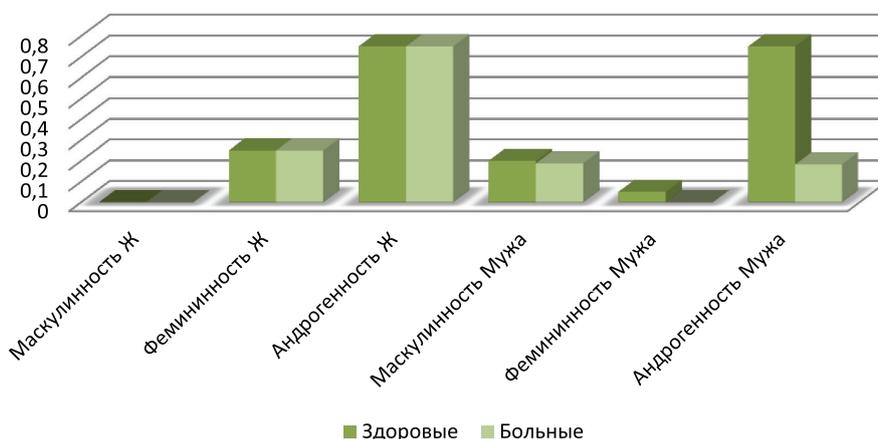


Рис. 3. Различия в средних значениях у контрольной и экспериментальной групп по опроснику «Маскулинность, фемининность и гендерный тип личности» (Российский аналог «Bem Sex Role Inventory») (О.Г. Лопухова)

Рассмотрим полученные результаты подробнее на рис. 1.

При исследовании общения между супругами женщин с гинекологическими заболеваниями и гинекологически здоровых женщин с помощью методики «Общение в семье» (Ю.Е. Алешина, Л.Я. Гозман, Е.М. Дубовская) нами были получены следующие результаты.

Рассмотрим полученные результаты подробнее на рис. 2.

Данные расчета описательной статистики и критерия U Манна – Уитни показали различия на высоком уровне статистической значимости по трем шкалам: доверительность общения ($p = 0,006712$),

взаимопонимание ($p = 0,001931$) и психотерапевтичность общения ($p = 0,006038$). У гинекологически здоровых женщин показатели доверительности общения, взаимопонимания и психотерапевтичности общения достоверно выше, чем у женщин с гинекологическими заболеваниями.

При исследовании гендерного типа личности женщин и их мужей с гинекологическими заболеваниями и гинекологически здоровых женщин с помощью опросника «Маскулинность, фемининность и гендерный тип личности» (Российский аналог «Bem Sex Role Inventory») (О.Г. Лопухова) нами были получены следующие результаты.

Удовлетворенность браком

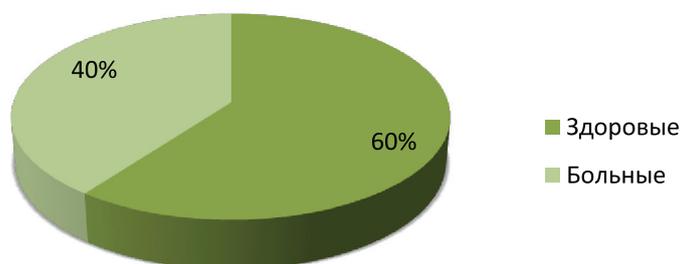


Рис. 4. Различия в средних значениях у контрольной и экспериментальной групп по тест-опросника удовлетворенности браком (В.В. Столин, Т.Л. Романова, Г.П. Бутенко)

Различий в средних значениях у контрольной и экспериментальной групп при сравнительном анализе гендерного типа личности женщин не обнаружено. Обнаружены различия при сравнительном анализе гендерного типа личности их мужей в субъективном представлении самих женщин (рис. 3).

Показатель фемининности и андрогинности мужей в субъективном представлении женщин выражен в большей степени у гинекологически здоровых женщин, чем у женщин с гинекологическими заболеваниями. Можно предположить, что в отношениях с мужчинами у гинекологически здоровых женщин больше тепла, ласки, любви, взаимопонимания и нежности, чем в супружеских отношениях женщин с гинекологическими заболеваниями.

При исследовании удовлетворенности браком женщин с гинекологическими заболеваниями и гинекологически здоровых женщин с помощью тест-опросника удовлетворенности браком (В.В. Столин, Т.Л. Романова, Г.П. Бутенко) нами были получены следующие результаты. Удовлетворенность браком у гинекологически здоровых женщин выражена в большей степени, чем у женщин с гинекологическими заболеваниями.

Рассмотрим полученные результаты подробнее на рис. 4.

Как показано на диаграмме, гинекологически здоровые женщины в большей степени удовлетворены браком, чем женщины с гинекологическими заболеваниями. Вероятнее всего, данный результат взаимосвязан с гендерным типом личности самих мужей испытуемых.

Выводы

1. У женщин с гинекологическими заболеваниями низкий уровень самоуважения, аутосимпатии и самопринятия, но высокий уровень самообвинения, когда у гинекологически здоровых женщин крайне низкий уровень самообвинения и высокие показатели по шкалам самоуважения, аутосимпатии и самопринятия.

2. Фемининность и андрогинность мужей в субъективном представлении самих женщин выше у гинекологически здоровых женщин, чем у женщин с гинекологическими заболеваниями.

3. Гинекологически здоровые женщины в большей степени удовлетворены браком, чем женщины с гинекологическими заболеваниями.

4. У гинекологически здоровых женщин показатели доверительности общения, взаимопонимания и психотерапевтичности общения выше, чем у женщин с гинекологическими заболеваниями.

Список литературы

- Кулаков В.И. Акушерство и гинекология. Клинические рекомендации. Выпуск 2 / В.И. Кулаков – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 494 с.
- Кочарян А.С. Психологические особенности женщин с гинекологической патологией / А.С. Кочарян, А.А. Макаренко, Дин Шао Цзе [Электронный ресурс] // Перспективы науки и образования: международн. электрон. науч. журн. – 2015. – № 5(17). – С. 88-92. URL: <http://www.pnojournal.wordpress.com/archive15/15-05> (дата обращения: 21.12.2017).
- Джемс У. Принципы психологии / У. Джемс. – М.: Академический проект, 2011. – 320 с.
- Кольшко А.М. Психология самоотношения: учебное пособие / А.М. Кольшко. – Гродно: ГрГУ, 2004. – 102 с.
- Клецина И.С. Гендерные нормы как социально-психологический феномен / И.С. Клецина, Е.В. Иоффе. – СПб.: «Проспект», 2017. – 322 с.
- Андреева Т.В. Темперамент супругов и совместимость в браке / Т.В. Андреева, А.В. Толстова // Ананьевские чтения – 2001. Тез. научн. конф. – СПб.: СПбГУ, 2001. – 145 с.

УДК 336.14:352(575.2)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОСНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Айтахунов Б.К., Исмаилбеков М.С., Рысмендеев Б.Д.

*Кыргызская государственная юридическая академия при Правительстве Кыргызской Республики,
Бишкек, e-mail: b.aitahunov@mail.ru*

В статье рассматриваются некоторые особенности финансово-экономических основ в системе местного самоуправления, понятие «финансово-экономические основы местного самоуправления», правовые основы организации и деятельности местного самоуправления в Кыргызской Республике, принципы финансово-экономических основ местного самоуправления, гарантии финансово-экономической самостоятельности местного самоуправления. Отмечается, что принятый на основе Конституции КР от 27 июня 2010 года Бюджетный кодекс Кыргызской Республики от 16 мая 2016 года № 59 является на сегодняшний день одним из основных нормативных правовых актов, которые регулируют рассматриваемую нами сферу общественных отношений. Одно из предназначений данного закона состоит в регулировании финансовых и экономических отношений, возникающих между органами местного самоуправления айылных аймаков и городов и государственными органами, иными органами местного самоуправления, физическими и юридическими лицами, и в определении порядка и принципов формирования и исполнения местного бюджета и внебюджетных фондов органов местного самоуправления айылного аймака и города. Доказывается, что подлинная самостоятельность, а с ней и эффективность местного самоуправления находятся в прямой зависимости от наличия и объема материально-финансовых ресурсов, которыми располагает муниципальное образование. Эти ресурсы в совокупности образуют финансово-экономическую основу местного самоуправления.

Ключевые слова: местное самоуправление, органы местного самоуправления, финансово-экономические основы местного самоуправления, принципы местного самоуправления, финансово-экономических основ местного самоуправления, муниципальные образования, уставы муниципальных образований

SOME PECULIARITIES OF FINANCIAL AND ECONOMIC BASIS OF LOCAL SELF-GOVERNMENT IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Aytahunov B.K., Ismailbekov M.S., Rysmendeev B.D.

*Kyrgyz State Law Academy under the Government of the Kyrgyz Republic, Bishkek,
e-mail: b.aitahunov@mail.ru*

In the article some features of financial and economic bases of local self-government in the Kyrgyz Republic are considered. The concept of financial and economic foundations of local self-government, legal foundations of organization and activity of local self-government in the Kyrgyz Republic, the principles of financial and economic bases of local self-government, guarantees financial and economic independence of local self-government are considered. It is noted that, adopted on the basis of the Constitution of the Kyrgyz Republic of June 27, 2010, the Budget Code of the Kyrgyz Republic of May 16, 2016 No. 59 is currently one of the main normative legal acts regulating the sphere of public relations that we are examining. One of the purposes of this law is to regulate the financial and economic relations that arise between local self-government bodies of ayilnyh aymaks and cities and state bodies, other bodies of local self-government, individuals and legal entities, as well as in determining the order and principles of formation and execution of the local budget and off-budget funds of local self-government bodies of ayil aimak and the city. It is proved that the real independence, and with it the efficiency of local self-government, is directly dependent on the availability and volume of material and financial resources that a particular municipal entity has. These resources together constitute the financial and economic basis of local self-government.

Keywords: local self-government, financial and economic foundations of local self-government, principles of local self-government, principles of financial and economic foundations of local self-government, local self-government bodies, municipalities, charters of municipal formations

Деятельности органов местного самоуправления присущи следующие признаки: организационная обособленность, многообразие организационных форм, ответственность перед государством и местным сообществом, гласность, соблюдение прав и свобод человека и гражданина, сочетание представительной демократии с формами прямого волеизъявления населения. При этом самым главным признаком, присущим деятельности органов местного самоуправления, является самостоятельность.

Самостоятельность местного самоуправления гарантируется в первую очередь положениями раздела 8 Конституции КР, в котором определяются место и роль муниципальных образований в системе органов власти, источники финансирования местного самоуправления, правила и принципы делегирования государственных полномочий органам местного самоуправления, утверждения и контроля исполнения местных бюджетов, введения местных налогов и сборов и другие вопросы.

Анализ норм Конституции КР показывает, что конституционными гарантиями самостоятельности местного самоуправления выступают не только нормы раздела 8 Конституции КР, но и другие нормы, содержащиеся в других разделах Конституции, например статьей 2 Конституции КР закреплено положение, в соответствии с которым на народ Кыргызстана возложено осуществление своей власти непосредственно через выборы и референдумы, систему госорганов и органов местного самоуправления; статьей 3 Конституции КР закрепляется принцип построения государственной власти, в соответствии с которым государственные органы и органы местного самоуправления должны осуществлять свои полномочия и деятельность в интересах народа открыто и нести за них ответственность перед ним, а также разграничиваются функции и полномочия госорганов и органов местного самоуправления; статьей 5 Конституции КР закреплено положение, что государство в лице его органов, а также органы местного самоуправления и их должностные лица не вправе выходить за пределы полномочий, которые определены Конституцией и другими законами. Содержание данных норм говорит об отличиях функций и полномочий органов местного самоуправления от государственных органов. В качестве примера можно привести также ст. 12, 13 Конституции КР, где муниципальная собственность признается в качестве отдельной формы собственности, а также закрепляется самостоятельность принятия представительными органами местного самоуправления местного бюджета. В данной связи необходимо указать на возможность закрепления в Конституции КР других конституционных гарантий самостоятельности местного самоуправления, в частности участия граждан в формировании реальных структур органов власти местного самоуправления.

В Конституции, к сожалению, не решен вопрос, связанный с территориальным устройством, границами муниципального образования, и при этом отсутствуют конкретные критерии, с помощью которых могут быть установлены границы муниципальных образований, когда изменение границ – а на деле речь может идти нередко и об упразднении какого-либо конкретного муниципального образования – может быть осуществлено без получения соответствующего согласия населения, принимая только во внимание его мнение.

В п. 3 ст. 12 Конституции КР предусматривается, что, когда имущество, которое находится в собственности граждан и юри-

дических лиц, обращается на основании закона в государственную собственность (национализация), должны быть возмещены стоимость этого имущества и другие убытки. Следует, по нашему мнению, установить аналогичный порядок и для случаев, когда происходит принудительное изъятие имущества для каких-либо муниципальных нужд, что даст возможность на основании закона обращать имущество, находящееся в собственности граждан и юридических лиц, в муниципальную собственность. При этом особую актуальность приобретают проблемы, связанные с исследованием финансово-экономической основы местного самоуправления, в которой проявляются сущность местного самоуправления и та действительная роль, которую оно играет в решении тех или иных важных проблем общественного развития, а также в отстаивании различных интересов населения, проживающего на той или иной конкретной территории. В данной связи необходимо отметить, что в Кыргызстане, в вопросах, связанных с развитием местных сообществ, органы местного самоуправления в своей деятельности, за редким исключением, ориентируются не на те ресурсы и возможности, которыми они располагают, а занимают выжидательную позицию, подтверждением чему является тот факт, что лишь 20% от общего числа айылных аймаков относятся к недотационным, остальные же 80% – к дотационным, т.е. у которых недостаточно своих доходов для покрытия расходной части бюджетов [1]. Это означает, в частности, что из 22 вопросов местного значения, которые определены законодательством, значительная часть решается в ограниченном режиме, а некоторые из них не решаются вовсе.

Анализ деятельности местного самоуправления в Кыргызской Республике показывает, что, несмотря на принятие множества нормативных актов по финансово-экономической деятельности, обеспечить финансовую самостоятельность местных органов власти до настоящего времени так и не удалось. На сегодняшний день органы местного самоуправления по-прежнему лишены реальной бюджетной самостоятельности, их доходы формируются не за счет собственных доходных источников, а путем перераспределения средств от регулирующих доходов и грантов. Такое положение крайне отрицательно сказывается на уровне жизни населения, проживающего на данной территории. Одной из причин такого положения является то, что до настоящего времени процесс становления системы местного самоуправления в Кыргызстане

происходит недостаточно быстро, противоречиво и сложно, что обусловлено, с одной стороны, тем, что серьезно недооценено значение и роль самодеятельности граждан, а также тем, что Кыргызстан находится на начальном этапе формирования гражданского общества и у населения недостает социально-политической культуры и т.д., а с другой – тем, что не решены, в том числе на законодательном уровне, многие вопросы, связанные с организацией и деятельностью органов местного самоуправления. Все это вместе привело к тому, что возникли определенные несоответствия между практикой реализации экономических функций местного самоуправления и конституционными принципами, которые были заложены в основу данной области общественных отношений. Все эти вопросы, безусловно, требуют совершенствования действующего законодательства Кыргызской Республики.

Государство наделено правом установления правовых основ организации и деятельности местного самоуправления и предоставления правовых гарантий его финансовой и экономической самостоятельности.

Если оценивать содержание понятия «финансово-экономические основы местного самоуправления» с точки зрения конституционного регулирования, то можно отметить, что оно образуется из двух основных компонентов: во-первых, из права и возможности самостоятельно формировать и распоряжаться финансовыми и экономическими ресурсами посредством надлежащего использования собственности и установления местных налогов и сборов и, во-вторых, из того, что Конституцией КР в общем виде определены полномочия местного самоуправления и возможность дальнейшей их законодательной конкретизации.

Принятый на основе Конституции КР [2] Бюджетный кодекс Кыргызской Республики [3] является к настоящему времени одним из главных нормативных правовых актов, который регулирует рассматриваемую нами сферу общественных отношений. Предназначение данного закона состоит в том, чтобы регулировать финансовые и экономические отношения, возникающие между органами местного самоуправления айылных аймаков и городов и государственными органами, другими органами местного самоуправления, физическими и юридическими лицами, и в том, чтобы определять порядок и принципы формирования и исполнения местного бюджета и внебюджетных фондов органов местного самоуправления айылного аймака и города.

Необходимо отметить, что в законодательстве не содержится определение понятия финансово-экономических основ местного самоуправления.

Подлинная самостоятельность, а с ней и эффективность местного самоуправления находятся в прямой зависимости от того, каким объемом материально-финансовых ресурсов располагает конкретное муниципальное образование, которые в совокупности образуют его финансово-экономическую основу.

Финансово-экономическая основа местного самоуправления с точки зрения права в качестве института муниципального права представляет собой не что иное, как совокупность правовых норм, цель которых состоит в регулировании общественных отношений, которые возникают в связи и по ходу формирования и использования муниципальной собственности, а также местных бюджетов и финансов в интересах местного сообщества соответствующего муниципального образования.

В Европейской Хартии самоуправления излагаются общие принципы, определяющие финансовую и экономическую политику демократического государства в сфере развития и укрепления местного самоуправления, в соответствии с которыми:

- органы местного самоуправления наделены правом распоряжаться финансовыми ресурсами с целью реализации своих полномочий по своему усмотрению;

- финансовые ресурсы, которыми располагают органы местного самоуправления, должны соответствовать и быть соразмерны полномочиям, которые предоставляет им Конституция и законы;

- часть финансовых ресурсов местного самоуправления должна пополняться за счет местных сборов и налогов, ставки которых должны устанавливаться органами местного самоуправления самостоятельно и в рамках закона;

- гибкость и разнообразие финансовых систем, на которых основываются соответствующие ресурсы муниципальных образований, обеспечивают своевременное реагирование на изменение размеров издержек, возникающих в процессе их деятельности;

- защита органов местного самоуправления, слабых с финансовой точки зрения, обеспечивается применением процедур, направленных на финансовое выравнивание, либо соответствующих мер, которые должны быть направлены на корректировку ранее совершенных действий и смягчение последствий, возникших по причине неравномерного перераспределения источников финансирования.

Тот факт, что основы местного самоуправления закреплены на конституционном уровне, обязывает органы государственной власти предпринимать меры, чтобы развивать финансово-экономические основы местного самоуправления, в связи с чем установлены принципы, в соответствии с которыми выстраиваются финансово-экономические основы местного самоуправления, а также:

– должны быть четко и строго разграничены функции государственной власти и органов местного самоуправления;

– местное самоуправление для того, чтобы решить вопросы местного значения, должно быть обеспечено необходимыми финансово-экономическими средствами;

– исполнение делегированных государственных полномочий должно быть обеспечено необходимыми финансово-экономическими средствами;

– местные кенешы должны быть независимы в управлении финансово-экономическими средствами местного самоуправления.

Государство гарантирует финансово-экономическую самостоятельность местного самоуправления при соблюдении следующих положений:

1) для того, чтобы покрыть минимально необходимые расходы местных бюджетов и обеспечить минимальные размеры бюджета муниципального образования, доходные источники должны быть строго закреплены;

2) органы местного самоуправления должны формировать, утверждать и исполнять местный бюджет самостоятельно;

3) самостоятельность органов местного самоуправления в делах, связанных с управлением муниципальной собственностью (согласно ст.ст. 18, 22 Закона КР «О муниципальной собственности на имущество» [4]), должна обеспечиваться через государственную защиту наравне с другими узаконенными формами собственности;

4) органы местного самоуправления наделены правом:

– создания муниципальных предприятий и некоммерческих организаций, участия в акционерных обществах, чтобы обеспечить эффективное и оперативное решение вопросов местного значения, а также стимулировать экономическое развитие в пределах своего территориального образования и получать прибыль; некоммерческие организации и муниципальные предприятия создаются органами местного самоуправления для того, чтобы оказывать услуги, предоставление которых входит в обязанность органов местного самоуправления;

– выпуска муниципальных займов, получения кредитов и др.

При рассмотрении предметов ведения, входящих в собственную сферу деятельности, отдельную от сферы деятельности других уровней публичной власти, с необходимостью возникает вопрос о полномочиях каждого отдельного уровня власти и местного самоуправления. Приходится констатировать, что данный важнейший вопрос все еще остается вне законодательного регулирования. Его суть, по мнению В.И. Васильева, заключается в четком определении полномочий или, другими словами, прав и обязанностей каждого уровня власти по указанным предметам, а не в перечне предметов ведения, как это может показаться на первый взгляд [5, с. 36].

Исходя именно из такого представления о предмете реализуются, к примеру, нормы законодательства о местном самоуправлении в некоторых прибалтийских государствах. Так, в гл. 2 Закона Латвийской Республики «О самоуправлениях» от 24 мая 1994 года представлены полномочия местного самоуправления по соответствующим предметам ведения и установлена процедура в случае возникновения разногласий по данному поводу между органами местного самоуправления и государственной властью [6, ст. 614].

Закон КР «О местном самоуправлении» [7] в части, содержащей положения о финансах местного самоуправления, воспроизводит соответствующие нормы Бюджетного кодекса Кыргызской Республики и также не содержит дефиниции понятия финансово-экономических основ местного самоуправления. В законе указывается только перечень средств, в совокупности образующих местные финансы, и при этом не определены полномочия местных сообществ, связанные с их формированием.

Еще один важный источник правового регулирования финансово-экономических основ местного самоуправления представлен уставами муниципальных образований, воспроизводящими, как это следует из проведенного анализа, в основном законодательство, в том числе и в финансово-экономической сфере.

Европейская Хартия местного самоуправления 1985 года занимает особое место среди других законов, призванных регулировать финансово-экономические основы местного самоуправления. В связи с Хартией заслуживает внимания то обстоятельство, что в отличие от прочих правовых актов в ней в трактовке содержания понятия финансовых основ местного самоуправления делается, с учетом международно-пра-

вовых актов, упор на конкретные полномочия местного самоуправления, способные обеспечивать реальную самостоятельность и эффективное функционирование местного самоуправления.

Говоря в целом, не только трактовка понятия финансово-экономических основ местного самоуправления в ныне действующем законодательстве, но и сам процесс его формирования трудно признать в полной мере отвечающим реальным потребностям общества и отношениям, сложившимся в системе государственной власти Кыргызской Республики. В данном случае речь идет в первую очередь об обеспечении финансово-экономической самостоятельности местного самоуправления, которая, по сути, является основным, определяющим условием, своего рода гарантией обеспечения эффективного решения проблем, которые стоят перед органами муниципальной власти.

Список литературы

1. Программа по переходу Кыргызской Республики к устойчивому развитию на 2013–2017 годы / Постановление Правительства КР от 30 апреля 2013 г. № 218 // Эркин Тоо. – 2013. – № 55. – С. 4–7.
2. Конституция Кыргызской Республики от 27 июня 2010 г. // Нормативные акты Кыргызской Республики. – 2017. – № 6. – С. 6–15.
3. Бюджетный кодекс Кыргызской Республики от 16 мая 2016 г. № 59 // Нормативные акты Кыргызской Республики. – 2016. – № 31–32. – С. 14–24.
4. Закон Кыргызской Республики «О муниципальной собственности на имущество» от 15 марта 2002 года №37 // Нормативные акты Кыргызской Республики. – 2008. – № 8. – С. 23–32.
5. Васильев В.И. Местное самоуправление: учебное и научно-практическое пособие / В.И. Васильев. – М., 1999. – 453 с.
6. Ведомости Сейма и Кабинета Министров Латвийской Республики. – 1994. – № 2. – Ст. 614.
7. Закон Кыргызской Республики «О местном самоуправлении» от 15 июля 2011 года № 101 // Нормативные акты Кыргызской Республики. – 2012. – № 39. – С. 18–23.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 618.36

**ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
ВОРСИНЧАТОГО ДЕРЕВА ПЛАЦЕНТЫ****Низяева Н.В.**

*Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии
имени академика В.И. Кулакова Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Москва, e-mail: Niziaeva@gmail.com*

Настоящий обзор посвящен гистологическим критериям воспалительных заболеваний ворсинчатого дерева плаценты, особое внимание уделяется дискуссионным вопросам, в том числе этиологии хронических виллитов. Хронические виллиты могут быть как инфекционной, так и неинфекционной этиологии. Выделяют также хронический виллит неустановленной этиологии (ВХНЭ), при котором инфекционный возбудитель не выявляется. Гистологические критерии виллитов основываются на наличии воспалительной инфильтрации в различных структурах плаценты: базальный, очаговый, мультиочаговый (мультифокальный), крупноочаговый, диффузный. Кроме того, важная роль в обзоре уделена морфологическим признакам виллитов, характерным для различных инфекционных заболеваний. Неблагоприятные исходы, такие как привычное невынашивание беременности, антенатальная гибель плода, преждевременные роды, внутриутробная задержка развития плода, ишемическое поражение центральной нервной системы плода обычно наблюдаются при виллитах, особенно при крупноочаговом, диффузном вариантах. Кроме того, при ВХНЭ материнские Т-лимфоциты могут напрямую контактировать с фетальными антиген-презентирующими клетками, несущими антигены гистосовместимости II класса отцовского происхождения. Результатом этого процесса является иммунный ответ по типу реакции отторжения трансплантата, приводя к увеличению активации антиген-специфических Т-лимфоцитов как фетальных, так и антиген-специфических CD8+ позитивных клеток у матери, что при гистологическом исследовании плаценты выглядит как увеличение лимфо-макрофагальной инфильтрации стромы ворсин.

Ключевые слова: плацента, хронический виллит неустановленной этиологии, фетальная обструктивная васкулопатия

**HISTOLOGICAL CRITERIA OF THE INFLAMMATORY DISEASES
OF THE PLACENTAL VILLUS TREE****Niziaeva N.V.**

*National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology Ministry of healthcare
of the Russian Federation, Moscow, e-mail: Niziaeva@gmail.com*

This review is devoted to the histological criteria for inflammatory diseases of the villous placenta tree, peculiar attention is paid to chronic villitis diagnosed on the basis of inflammatory infiltration of the villi stroma by macrophages, lymphocytes and plasmocytes, as well as chronic villitis of unknown etiology (microorganisms are not detected). There several types of villitis: basal, focal, multifocal (multifocal), patchy, diffuse variants. In addition, an important role in the review is given to the morphological features of villitis, characterized by various infectious diseases. Adverse outcomes such as antenatal fetal death, preterm labour, intrauterine growth fetus retardation, ischemic lesions of the fetus central nervous system are usually associated by patchy and diffuse villitis variants. Moreover, the chronic villitis of unknown etiology is due to different causes, including autoimmune diseases of the mother. Maternal T-lymphocytes can directly contact to fetal antigen-presenting cells. The result of this process is the immune response similar to graft rejection reaction, which leads to an increase in activation of antigen-specific T-lymphocytes of both fetal and antigen-specific CD8 + positive cells in the mother, that in the histological study of the placenta it looks like an increase in lympho-macrophage infiltration of the villi stroma.

Keywords: placenta, chronic villitis unknown etiology, obliterative fetal vasculopathy

Хронический виллит (ВХ) диагностируется по наличию смешанной лимфоидной инфильтрации стромы промежуточных и терминальных ворсин (могут присутствовать гистиоциты, плазмциты), а также иногда вовлекаются стволы ворсины и хориальная пластинка, в то время как при острых виллитах присутствует преимущественно инфильтрация полиморфноядерными лейкоцитами (ПЯЛ). ВХ диагностируются от 5 до 10% от общего числа плацент [1, 2]. Хотя среди хрониче-

ских виллитов в США и странах Западной Европы инфекционная природа выявлена приблизительно в 1–4/1000 случаев [3], но только в небольшом проценте наблюдений удаётся выявить инфекционный агент. В большинстве наблюдений возбудитель не обнаруживается, и для обозначения указанного состояния применяется термин «идиопатический хронический виллит» или «виллит неизвестной этиологии» (ВХНЭ) (англ. villitis of unknown etiology – VUE), который включает все случаи хрониче-

ческого виллита с неидентифицированной флорой (согласно Амстердамской классификации, 2104 (the Amsterdam Placenta Working Group) [1]. ВХ может быть как инфекционной, так и неинфекционной этиологии, и связан с аутоиммунными заболеваниями, проявляющейся инфильтрацией лимфоцитов матери стромы ворсин [4–6]. Морфологическая картина этих состояний во многом сходна, и вызывает затруднения при диагностике из-за недостатка выявления микроорганизмов в плаценте, при отсутствии признаков инфекции у матери и плода.

Считается, что ВХ, вызванный инфекционным фактором, отличается от неинфекционного по ряду признаков:

1) более часто встречается при недоношенных сроках гестации;

2) более выраженные и обширные поражения ворсинчатого дерева, хориоамниона, пуповины, а также базальной и децидуальной пластинок;

3) при гистологическом исследовании присутствие фиброза ворсин стромы и микрокальцинатов;

4) в дифференциальной диагностике следует учитывать наличие инфекции матери или инфекции плода.

Возбудителями ВХ часто являются вирусы *Cytomegalovirus*, *Herpes simplex virus*, *Varicella-zoster virus*, *Rubella virus*, *Poxviruses* (вирусы краснухи и оспы, в том числе связанные с вакцинацией), а также простейшие *Toxoplasma gondii*, *Trypanosoma cruzi* (Болезнь Шагаси), спирохеты *Treponema pallidum* (сифилис), *Borrelia burgdorferi* (Болезнь Лайма).

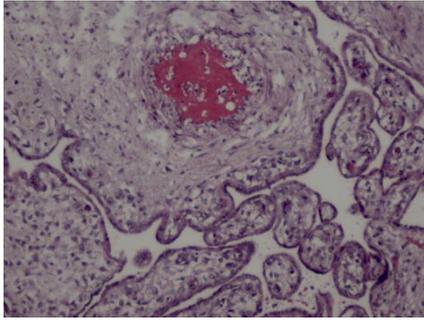
Хронический интервиллузит (интервиллит) (очаговое поражение части ворсин с наличием клеток воспалительного ряда в межворсинчатом пространстве), ассоциировано с вирусом кори, простейшими малярийным плазмодием, *Plasmodium spp.* (*malaria*), *Schistosoma mansoni* (шистосоматоз), грибами рода *Coccidioides immitis*, *Cryptococcus neoformans*, хламидиозом *Chlamydia psittaci* (*пситтаккоз*), риккетсиями *Coxiella brunetti* (Ку-лихорадка), бактериями *Campylobacter fetus*, риккетсиями – *Francisella tularensis* (тулереямия), *Brucella abortus* (бруцеллез), вирусом *Энштейна – Барр*. К врожденным инфекциям, вызывающих ВХ, ограниченные синцитиотрофобластом и межворсинчатым пространством без признаков виллита, относятся микозы (кокцидиоидомикоз, криптококкоз), вирусами (корь), простейшими (малярия, шистосоматоз), риккетсиозами (Q-лихорадка), хламидиозами (пситтаккоз) и (*Francisella tularensis*, *Brucella abortus*, *Campylobacter fetus*). Все эти инфекции, как полагают, рас-

пространяются на плаценту гематогенным путём. Наиболее часто встречаются на ранних сроках беременности в отсутствие защитных антител [6, 7].

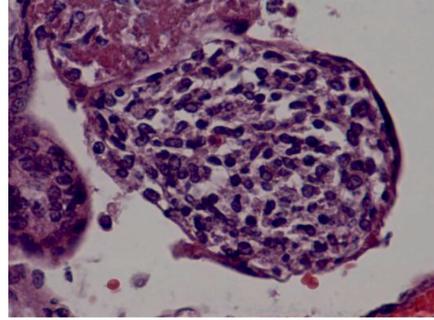
Хронический воспалительный клеточный ответ, обусловленный вирусами и простейшими, обычно выявляется как в строме ворсин, так и в межворсинчатом пространстве [3]. Наиболее распространённые инфекции TORCH (токсоплазмоз, гепатит В, вирус краснухи, цитомегаловирус и вирус простого герпеса), эти микроорганизмы, как и цитомегаловирус, могут вызывать диффузный виллит, с отёком, фиброзом и выраженной инфильтрацией плазмоцитами. Наименее распространенное поражение малярией связана с выраженным интервиллузитом, но строма ворсин плаценты при этом не вовлечена [1, 8, 9]. При некоторых инфекциях, таких как листериоз, в одной плаценте может быть сочетание гистологических признаков хориоамнионита, виллита, интервиллузита [10].

Патологические данные, которые позволяют патоморфологам заподозрить ВХ инфекционной этиологии, следующие: инфекция, обусловленная цитомегаловирусом, обычно сопровождается небольшим фиброзированием ворсин плаценты с отложением микрокальцинатов [11]. В противовес этому, при инфицировании вирусом *Zika* (передающегося различными путями: гематогенным, половым, а также трансплацентарно, являющейся причиной врожденных пороков развития центральной нервной системы, прежде всего микроцефалии у плода, и имеющего нередко стертую клиническую картину [12], ворсины плаценты крупные с гиперклеточной стромой, повышенным количеством клеток Гофбауэра, однако некрозы и дистрофические нарушения в ворсинчатом дереве отсутствуют [12]. Наряду с этим для вируса *Zika* на поздних сроках гестации характерны хориоамниониты, фундизиты с вовлечением пупочных сосудов, децидуиты (воспаление децидуальной оболочки) [12]. При инфицировании вирусом *Zika* хориоамниониты могут быть связаны также и с коинфекцией, включающей стрептококки группы В, *E. coli*, *Ureaplasma*, *Chlamydia*, *Mycoplasma*, и другую вагинальную флору, попадающей в плодные оболочки гематогенным путём [12].

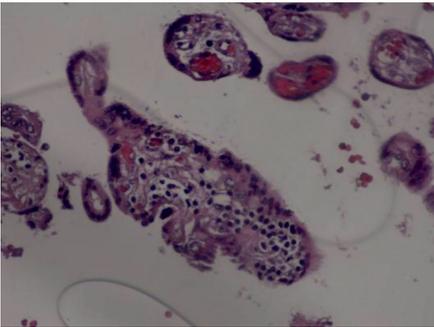
Гистологические изменения в виде ВХ также характерны для вируса гриппа, в том числе высокопатогенного штамма гриппа *A/H1N1* [13]. В случаях, осложненных врожденным гепатитом, гипопропротеинемия нередко может приводить к развитию выраженного отёка ворсин, за счёт чего плацента будет увеличена.



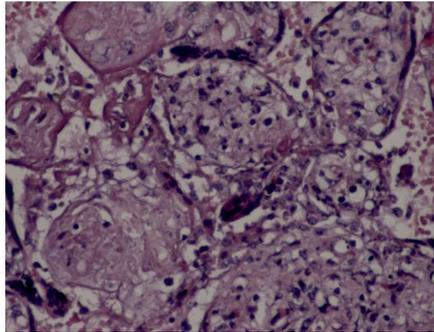
А



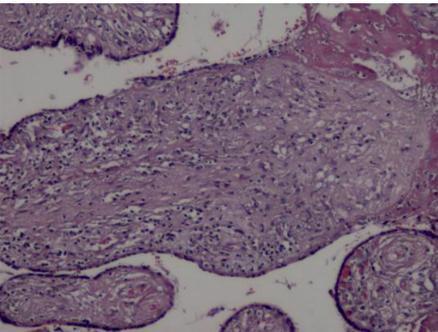
Б



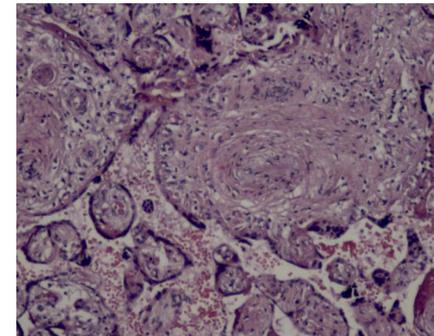
В



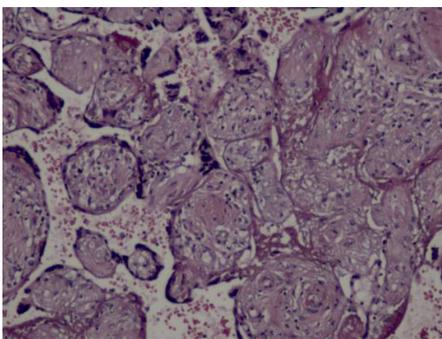
Г



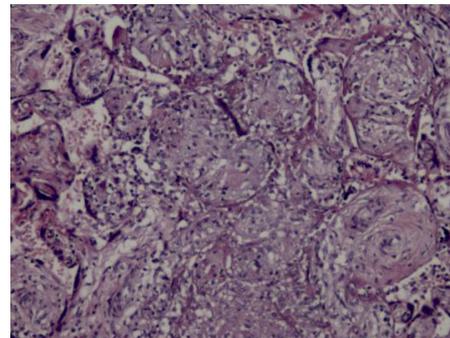
Д



Е



Ж



З

*Воспалительные изменения ворсинчатого дерева плаценты (окраска гем-эозин)
 А-Г – Хронический виллит неустановленной этиологии (инфильтрация стромы лимфоцитами, макрофагами, единичными плазмочитами с примесью ПЯЛ), А – x200, Б – x400, В – x200, Г – x200.
 Д-З – Обструктивная фетальная васкулопатия (облитерация просвета сосудов, присутствие бессосудистых ворсин; отмечается также периворсинчатое отложение фибриноида, склеивание ворсин, формирование афункциональных зон), Д-З – x200*

Обнаружение в строме ворсин плазмочитов часто свидетельствует о цитомегаловирусной инфекции. Важными гистологическими данными при цитомегаловирусной инфекции являются обнаружение в строме ворсин плазмочитов, а также нарушение васкуляризации ворсин, появление бессосудистых ворсин, окклюзия просвета сосудов ворсин, отложение в строме ворсин гемосидерина. При сифилисе имеет место умеренно выраженная лимфоидная инфильтрация в сочетании с фиброзом стромы ворсин плаценты. Врожденный сифилис также нередко ассоциируется с патологической незрелостью плаценты, значительным отставанием её от сроков гестации, но отёчные ворсины единичны, преобладает выраженная диффузная гистиоцитарная инфильтрация с примесью лимфоцитов [1, 11], фиброз стромы ворсин и очаги периваскулитов стволочных ворсин могут помочь в диагнозе. Почти всегда патогномонично присутствие в пуповине вытянутых полос, обусловленных некрозом и воспалением, особенно при вовлечении стенки пупочной вены и с распространением на вартонов студень (некротический перифлебит). Как правило, только в этом месте, спирохеты могут быть выявлены посредством специальной окраски.

При врожденном токсоплазмозе (*Toxoplasma gondii*) плацента увеличена в размере, ворсины незрелые, но не отёчные [1], инфильтрация ворсинчатого дерева плаценты имеет тенденцию к очаговой локализации и часто ассоциируется с некротическими изменениями ворсин или инфильтрацией многоядерными гигантскими клетками гистиоцитарного происхождения, нередко выявляется диффузный хронический децидуит. Определяющим в диагностике плацентарного токсоплазмоза является обнаружение инкапсулированных псевдокист в вартоновом студне, псевдокисты визуализируются при рутинном окрашивании гематоксилином и эозином. Неблагоприятные исходы, такие как привычное невынашивание беременности, антенатальная гибель плода, водянка плода, преждевременные роды, внутриутробная задержка развития плода, нарушение формирования внутренних органов, особенно центральной нервной системы, обычно наблюдаются при виллитах, обусловленных инфекционным агентом.

Наряду с этим периферический фунизит с микроабсцессами часто связан с поражением грибами рода *Candida*. Однако грибы редко вызывают гранулематозное воспаление. Для выявления гранулем необходимы специальные окраски (по Steiner, Dieterle или Warthin-Starry), для дифференциального диагноза имеет значение анализ данных истории болезни.

ВХНЭ не имеет характерной клинической картины и не ассоциирован с какими-то конкретными заболеваниями, однако пациентки с наличием аутоиммунных заболеваний, повышенной массой тела, при использовании донорской яйцеклетки, привычным выкидышем, а также внутриутробной задержкой развития плода, ВХНЭ выявляется достоверно чаще [14]. ВХНЭ может быть ассоциирован с хроническим децидуитом, лимфоплазмочитоидным децидуитом и эозинофильным Т-клеточным фетальным васкулитом, однако каждое из них может быть независимым [3].

Хронический гистиоцитарный интервиллит (массивный хронический интервиллит) – редкое воспалительное идиопатическое заболевание, характеризующееся мноморфными материнским гистиоцитарными инфильтратами в межворсинчатом пространстве с наличием CD68+ макрофагов, часто в сочетании с межворсинчатым отложением плодного фибриноида, кроме того, нередко имеют место инфаркты материнской части плаценты. Поражение стромы ворсинчатого дерева нередко отсутствует [14–18]. Хронический гистиоцитарный интервиллит может быть причиной потери беременности, преждевременных родов, внутриутробной задержки развития и антенатальной гибели плода [16–18]. Это состояние имеет самый высокий риск повторных осложнений, что удаётся проследить в анамнезе на протяжении 10 беременностей и более. Некоторые авторы считают, что данная категория пациентов отвечает на аспирин, гепарин и иммуносупрессивную терапию [16–18].

Несмотря на это, патогенез ВХНЭ остаётся неясным. Существуют две теории ВХНЭ. Одна из предложенных гипотез связывает ВХНЭ с нераспознанным инфекционным агентом, в ткани плаценты без проникновения в кровь плода. Подтверждением этого явилось обнаружение вирусоподобных частиц, выявляемых посредством электронной микроскопии [16–18]. Согласно другой теории ВХНЭ является результатом проникновения материнских лимфоцитов через гемо-плацентарный барьер: лимфоциты, проникая через барьер синцитиотрофобласта, инфильтрируют строму ворсин. Однако данные изменения отмечены и в ворсинах плаценты при врожденных пороках развития плода [19, 20]. ВХ в данном случае является дискуссионным вопросом, что в ряде наблюдений можно объяснить тератогенным действием вирусов на плод, и формирование порока за счёт влияния вируса, с другой стороны, реакцией организма матери на плод с пороком развития и с генетическими нарушениями. Реакции материнского организ-

ма по типу отторжения трансплантата при акушерской патологии, была подтверждена обнаружением CD8+ Т-лимфоцитов матери [4, 5, 16] в строме ворсин плаценты [17]. Известно, что материнские Т-лимфоциты могут напрямую контактировать с фетальными антиген-презентирующими клетками, несущими антигены гистосовместимости II класса отцовского происхождения. Результатом этого процесса является иммунный ответ по типу реакции отторжения трансплантата, что приводит к увеличению активации антиген-специфических Т-лимфоцитов как фетальных, так и антиген-специфических CD8+ позитивных клеток у матери [16, 21], активации антиген-специфического ответа. Этот процесс также может усиливать инфекция урогенитального тракта, увеличение концентрации цитокинов, локальное воспаление. Механизм нарушения иммунологической толерантности описан также при увеличении провоспалительных хемокинов CXCL и их рецепторов CXCR, связанных с системным материнским воспалительным ответом [4, 5]. Важным патогенетическим звеном является вероятность цитокинового повреждения синцитиотрофобласта, что может благоприятствовать дополнительному проникновению инфекции [22]. Вероятно, этому также могут способствовать десилирование синцитиотрофобласта [2, 21, 22], в том числе нельзя исключить воздействие сиалидаз микроорганизмов.

Аntenатальные сопоставления с ВХНЭ включают повышенный уровень уровня α -фетопротеина в сыворотке материнской крови, отягощенный акушерский анамнез по предыдущим беременностям, включая случаи невынашивания беременности, внутриутробную задержку развития плода, а также внутриутробную гибель плода [16].

Гистологические критерии хронических виллитов основываются на наличии воспалительной инфильтрации в различных структурах плаценты [3].

- Базальный – инфильтрация базальной пластинки клетками воспалительного ряда (наличие децидуита) и небольшой части ворсин (крупные стволовые ворсины), прилегающие к базальной пластинке.

- Очаговый (фокальный) – поражение < 10 ворсин в поле зрения и/или в 2–3 полях зрения.

- Мультиочаговый (мультифокальный) – поражение > 10 ворсин в поле зрения и/или < в 3 полях зрения.

- Крупноочаговый – поражение > 10 ворсин в поле зрения и/или < 5% от всего объема ворсинчатого дерева.

- Диффузный – поражение > 10 ворсин в поле зрения и/или > 5% от всего объема ворсинчатого дерева.

Фокальный и мультифокальный ВХ относят к низкой степени активности воспалительного процесса. Крупноочаговый и диффузный ВХ – к высокой активности воспалительного процесса.

В строме ворсин могут присутствовать также многоядерные гигантские клетки (вариант гранулематозного воспаления) и примесь нейтрофилов (ВХ высокой степени активности). В отличие от базального хронического виллита, воспалительная инфильтрация при других формах характеризуется более выраженной инфильтрацией Т- и В-лимфоцитами (рисунок, А–Г).

Для диффузного ВХ характерно увеличение количества плодного фибриноида с периворсинчатым его расположением, а также межворсинчатая инфильтрация мононуклеарами (интервиллит), нередко сочетающееся наличием плазматических клеток в базальной пластике. Воспалительная инфильтрация обнаруживается преимущественно в промежуточных и терминальных ворсинах. Кроме того, для диффузного ВХНЭ характерна и воспалительная инфильтрация стромы крупных стволовых ворсин с развитием периваскулита и васкулита сосудов стволовых ворсин,

Патологические изменения плаценты, ассоциированные с повышенным риском при последующих беременностях [3]

Редкие	Частота осложнений
Хронический гистиоцитарный виллизит	75–90%
Массивное периворсинчатое отложение плодного фибриноида	40–60%
Более распространенные	
Виллит неустановленной этиологии	25–50%
Плацента accreta	25–30%
Тяжелая тотальная/частичная материнская мальперфузия (нарушение кровообращения)	10–25%
Самопроизвольные преждевременные роды с гистологически подтвержденным хориоамнионитом	10–25%

что в свою очередь часто приводит к окклюзии просвета сосудов и формированию бессосудистых ворсин (обуславливая развитие фетальной облитерирующей васкулопатии) (рисунок, Д-3), нередко с наличием тромбов в просвете сосудов (фетальная тромботическая васкулопатия) [3], может опосредовать развитие гипоксии, повреждение центральной нервной системы, а также приводя к задержке внутриутробного развития плода (таблица) [1, 3, 23].

Исходы хронического виллита

Базальный ВХ, в том числе низкой степени активности, часто протекают, бессимптомно, редко вызывая задержку развития плода и преждевременные роды. В то же время ВХ высокой степени активности, особенно диффузный ВХНЭ вариант часто ассоциированы с задержкой развития плода, являясь причиной антенатальной гибели плода, а также в 10–25% может быть рецидивирующим при последующих беременностях, являясь причиной невынашивания беременности. ВХНЭ в сочетании с фетальной облитерирующей васкулопатией, так и с фетальной тромботической васкулопатией может обусловить гипоксию плода и развитие ишемических повреждений головного мозга [23–25].

Список литературы

- Benirschke K., Burton G.J., Baergen R.N. Pathology of the human placenta (Sixth ed.). – N.Y.: Springer, 2012. – 941 p.
- Redline RW. Inflammatory responses in the placenta and umbilical cord // *Semin Fetal Neonatal Med.* – 2006. – Vol. 11. – № 5. – P. 296–301. DOI: 10.1016/j.siny.2006.02.011.
- Redline R.W. Classification of placental lesions // *Am J Obstet Gynecol.* – 2015. – Vol. 213. (4 Suppl). S21-8. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.05.056> (дата обращения: 15.02.2018).
- Kim M.J., Romero R., Kim C.J., Tarca A.L., Chhauy S., LaJeunesse C., Lee DC., Draghici S., Gotsch F., Kusanovic J.P., Hassan S.S., Kim J.S. Villitis of unknown etiology is associated with a distinct pattern of chemokine up-regulation in the fetal-maternal and placental compartments: implications for conjoint maternal allograft rejection and maternal anti-fetal graft-versus-host disease // *J. Immunol.* – 2009. – Vol. 182. – № 6. – P. 3919–3927. DOI: 10.4049/jimmunol.0803834.
- Kim C.J., Romero R., Chaemsaitong P., Kim J.S. Chronic inflammation of the placenta: definition, classification, pathogenesis, and clinical significance // *Am J Obstet Gynecol.* – 2015. – Vol. 213. – № 4(Suppl.) S53-69. DOI: 10.1016/j.ajog.2015.08.041.
- Fowler K.B., Stagno S., Pass R.F. Maternal immunity and prevention of congenital cytomegalovirus infection // *JAMA.* – 2003. – Vol. 289. – № 8. – P.1008–1011.
- Ohyama M., Itani Y., Yamanaka M., Goto A., Kato K., Ijiri R., Tanaka Y. Re-evaluation of chorioamnionitis and funisitis with a special reference to subacute chorioamnionitis // *Hum Pathol.* – 2002. – Vol. 33. – № 2. – P.183–190.
- Sharma L., Shukla G. Placental Malaria: A New Insight into the Pathophysiology // *Front Med (Lausanne).* – 2017. – Vol. 4. – № 117. eCollection 2017. DOI: 10.3389/fmed.2017.00117.
- Omer S.A., Idress H.E., Adam I., Abdelrahim M., Noureldin A.N., Abdelrazig A.M., Elhassan M.O., Su-

laiman S.M. Placental malaria and its effect on pregnancy outcomes in Sudanese women from Blue Nile State // *Malar J.* – 2017. – Vol. 16. – № 1. e374. DOI: 10.1186/s12936-017-2028-0.

10. Vazquez-Boland J.A., Kryptou E., Scortti M. Listeria Placental Infection // *MBio.* – 2017. – Vol. 8. – № 3. pii: e00949-17. DOI: 10.1128/mBio.00949-17.

11. Greco M.A., Wieczorek R., Sachdev R., Kaplan C., Nuovo G.J., Demopoulos R.I. Phenotype of villous stromal cells in placentas with cytomegalovirus, syphilis, and nonspecific villitis // *Am J Pathol.* – 1992. – Vol. 141. – № 4. – P. 835–842.

12. Schwartz D.A. Viral infection, proliferation, and hyperplasia of Hofbauer cells and absence of inflammation characterize the placental pathology of fetuses with congenital Zika virus infection // *Arch Gynecol Obstet.* – 2017. – Vol. 295. – № 6. – P. 1361–1368. DOI: 10.1007/s00404-017-4361-5.

13. Meijer W.J., Wensing A.M., Bruinse H.W., Nikkels P.G. High rate of chronic villitis in placentas of pregnancies complicated by influenza A/H1N1 infection // *Infect Dis Obstet Gynecol.* – 2014. – S.768380. DOI: 10.1155/2014/768380.

14. Redline R.W., Patterson P. Patterns of placental injury. Correlations with gestational age, placental weight, and clinical diagnoses. *Arch Pathol Lab Med.* – 1994. – Vol. 118. – № 7. – P. 698–701.

15. Jarmuzek P., Wielgos M., Bomba-Opon D. Placental pathologic changes in gestational diabetes mellitus *Neuro Endocrinol Lett.* – 2015. – Vol. 36. – № 2. – P.101–105.

16. Labarrere C.A., Hardin J.W., Haas D.M., Kassab G.S. Chronic villitis of unknown etiology and massive chronic intervillitis have similar immune cell composition // *Placenta.* – 2015. – Vol. 36. – № 6. – P. 681–686. DOI: 10.1016/j.placenta.2015.03.008.

17. Mekinian A., Costedoat-Chalumeau N., Masseur A., Botta A., Chudzinski A., Theulin A., Emmanuelli V., Hachulla E., De Carolis S., Revaux A., Nicaise P., Cornelis F., Subtil D., Monstereuc F., Bucourt M., Chollet-Martin S., Carbillon L. Chronic histiocytic intervillitis: outcome, associated diseases and treatment in a multicenter prospective study // *Autoimmunity.* – 2015. – Vol. 48. – № 1. – P. 40–45. DOI: 10.3109/08916934.2014.939267.

18. Redline R.W. Villitis of unknown etiology: non-infectious chronic villitis in the placenta // *Hum Pathol.* – 2007. – Vol.38. – № 10. – P.1439–1446. DOI: 10.1016/j.hum-path.2007.05.025.

19. Ernst L.M., Gawron L., Fritsch M.K. Pathologic examination of fetal and placental tissue obtained by dilation and evacuation // *Arch. Pathol. Lab. Med.* – 2013. – Vol. 137. – № 3. – P. 26–37. DOI: 10.5858/arpa.2012-0090-RA.

20. Низяева Н.В., Сухачёва Т.В., Куликова Г.В., Наговицyna М.Н., Кан Н.Е., Баев О.Р., Павлович С.В., Серов Р.А., Шёголев А.И., Полтавцева Р.А. Морфологические особенности мезенхимальных клеток стромы ворсин хориона // *Вестник Российской академии медицинских наук.* – 2017. – Т. 72, № 1. – P. 76–83. DOI: 10.15690/vramn767.

21. Labarrere C.A., Faulk W.P. Maternal cells in chorionic villi from placentae of normal and abnormal human pregnancies // *Am J. Reprod Immunol.* – 1995. – Vol. 33. – № 1. – P. 54–59.

22. Tsai S., Hardison N.E., James A.H., Motsinger-Reif A.A., Bischoff S.R., Thames B.H., Piedrahita J.A. Transcriptional profiling of human placentas from pregnancies complicated by preeclampsia reveals dysregulation of sialic acid acetyltransferase and immune signalling pathways // *Placenta.* – 2011. – Vol. 32. – № 2. – P. 175–182. DOI: 10.1016/j.placenta.2010.11.014.

23. Sukhikh G.T., Ziganshina M.M., Nizyaeva N.V., Kulikova G.V., Volkova J.S., Yarotskaya E.L., Kan N.E., Shchyogolev A.I., Tyutyunnik V.L. Differences of glycocalyx composition in the structural elements of placenta in preeclampsia // *Placenta.* – 2016. – Vol. 43. – P. 69–76. DOI: 10.1016/j.placenta.2016.05.002.

24. Chang K.T., Keating S., Costa S., Machin G., Kingdom J., Shannon P. Third-trimester stillbirths: correlative neuropathology and placental pathology // *Pediatr Dev Pathol.* – 2011. – Vol. 14. – № 5. – P. 345–352. DOI: 10.2350/10-07-0882-OA.1.

25. Jacques S.M., Kupsky W.J., Giorgadze T., Qureshi F. Fetal central nervous system injury in third trimester stillbirth: a clinicopathologic study of 63 cases // *Pediatr Dev Pathol.* – 2012. – Vol. 15. – № 5. – P. 375–384. DOI: 10.2350/12-01-1137-OA.

УДК 618.36:614.1:613.81

РОЛЬ АЛКОГОЛЯ В РАЗВИТИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛАЦЕНТЫ**Щеголев А.И., Туманова У.Н.**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, e-mail: ashegolev@oparina4.ru

Употребление алкоголя во время беременности приводит к нарушениям развития плаценты и плода. В основе токсического действия алкоголя на ткани плода лежат особенности его фармакокинетики и метаболизма в плаценте. Метаболизм этанола в тканях плаценты, плода и новорожденного осуществляется посредством одних и тех же ферментов. Имеющаяся в плаценте единственная изоформа алкогольдегидрогеназы практически не участвует в окислительном метаболизме этанола, вследствие чего он беспрепятственно проникает в кровотоки плода. Под действием этанола и ацетальдегида отмечается угнетение адгезии, миграции и пролиферации трофобласта, а также нарушение процессов ремоделирования спиральных артерий матки. В плацентах родильниц, употреблявших алкоголь во время беременности, чаще отмечаются признаки хориоамнионита и виллита, межворсинковый тромбоз и инфаркт ворсинок. Этанол обладает выраженным сосудосуживающим эффектом на сосуды пуповины, при этом пуповинные артерии реагируют на более низкие концентрации этанола и характеризуются большей степенью сократимости по сравнению с веной. Алкоголь-индуцированное снижение маточно-плацентарного кровотока приводит к уменьшению массы плаценты. Повышение перфузионного давления в сосудах плаценты способствует нарушению транспорта кислорода и развитию ацидоза плода.

Ключевые слова: алкоголь, алкогольный синдром плода, беременность, плацента, пуповина

THE ROLE OF ALCOHOL IN THE OCCURRENCE OF DAMAGE TO THE PLACENTES**Shchegolev A.I., Tumanova U.N.**

National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I. Kulakov of Ministry of Healthcare of Russian Federation, Moscow, e-mail: ashegolev@oparina4.ru

Alcohol consumption during pregnancy leads to impaired development of the placenta and fetus. The metabolism of ethanol in tissues of the placenta, fetus and newborn is carried out by means of the same enzymes. The only isoform of alcohol dehydrogenase available in the placenta practically does not participate in the oxidative metabolism of ethanol, so that it freely penetrates into the fetal blood flow. Under the influence of ethanol and acetaldehyde observed in the inhibition of adhesion, migration and proliferation of the trophoblast, as well as a violation of the processes of remodeling of the spiral arteries of the uterus. The signs of chorioamnionitis and villitis, intervillous thrombosis and villous infarct are more often noted in the placentas of the puerperas who used alcohol during pregnancy. Ethanol has a pronounced vasoconstrictor effect on the blood vessels of the umbilical cord, while umbilical arteries respond to a lower concentration of ethanol and characterized by a greater degree of contractility in comparison than the vein. Alcohol induced decrease in uteroplacental blood flow leads to decrease in the mass of the placenta. The increase in perfusion pressure in the vessels of the placenta promotes the violation of oxygen transport and the development of acidosis of the fetus.

Keywords: alcohol, fetal alcohol syndrome, pregnancy, placenta, umbilical cord

Злоупотребление алкоголем закономерно приводит к нарушениям структуры и функции всех без исключения органов и тканей. Особо печальным моментом является употребление алкоголя беременными женщинами. По данным американских исследователей [1], распространенность употребления алкоголя женщинами детородного возраста составляла 54,6% в США в 2001 году. Более того в США ежегодно наблюдается порядка 4 миллионов беременных женщин, из них 40% принимали алкоголь во время беременности и порядка 3–5% злоупотребляли им на протяжении всей беременности [1]. Результатом употребления алкоголя во время беременности является развитие так называемого алко-

гольного синдрома плода, частота развития которого варьирует от 3 до 7 на 1000 живорожденных [2]. В этой связи актуальной проблемой считается выяснение особенностей воздействия алкоголя на плаценту как орган, регулирующий рост и развитие плода.

Цель работы: анализ данных литературы об особенностях алкогольного повреждения плаценты.

В основе токсического действия алкоголя на ткани плода лежат особенности его фармакокинетики и метаболизма в плаценте. Согласно данным R. Waltman и E.S. Iniquez [3], уже через 1 минуту после появления алкоголя в крови беременной его можно обнаружить и у плода. Несмотря на

то, что увеличение концентрации алкоголя в крови плода происходит медленнее по сравнению с кровью беременной, в итоге они становятся практически одинаковыми [4]. Вместе с тем в момент родов концентрация алкоголя в крови у новорожденных может даже превышать таковую у родильниц [4].

При изучении процессов выведения алкоголя из организма было установлено, что средние значения скорости элиминации алкоголя из крови женщины составляют 0,010 г на дл в час, а из крови новорожденного – 0,0083 г на дл в час [5]. В результате сравнительного анализа скорости элиминации алкоголя в паре мать – новорожденный последние характеризовались в 2 раза большей вариацией значений скорости элиминации алкоголя из крови по сравнению с родильницами [5].

Метаболизм этанола в тканях плаценты, плода и новорожденного осуществляется посредством одних и тех же ферментов. В целом его метаболизм происходит окислительными и неокислительными путями. Окислительный путь является основным способом метаболизма этанола в печени и осуществляется при помощи трех ферментных систем: алкогольдегидрогеназы, цитохром P4502E1 и каталазы.

Под действием алкогольдегидрогеназы в печени обычного человека метаболизируется порядка 90–95% алкоголя (этанола). Немаловажно, что у матерей, рожавших детей с признаками алкогольного синдрома, были более высокие концентрации алкоголя в крови и более выраженный полиморфизм алкогольдегидрогеназы. При этом их масса тела была меньше, а масса новорожденного, наоборот, больше показателей контрольной группы. По мнению S. Gemma с соавт. [6] полиморфизм генов алкогольдегидрогеназы может играть важную роль в развитии алкогольного синдрома плода, в частности наличие аллели АДГ2*2 в организме матери или плода способствует протективному действию. Оставшиеся 5–10% алкоголя катализируются в печени при помощи системы цитохрома P4502E1 (CYP2E1). Активация последней (от 4 до 10 раз) в печени отмечается при употреблении больших количеств алкоголя или при длительном его приеме. В плаценте также происходит активация изоформы CYP2E1 под действием алкоголя, при этом CYP2E1 обладает более высокой аффинностью к этанолу по сравнению с плацентарной алкогольдегидрогеназой. Именно поэтому плацентарная форма цитохрома CYP2E1 рассматривается в качестве основного фермента, метаболизирующего пренатально

поступивший алкоголь [6]. Третьему окислительному ферменту – каталазе принадлежит минимальная роль в метаболизме этанола *in vivo*.

Неокислительный путь метаболизма этанола связан с образованием этиловых эфиров жирных кислот, он также играет незначительную роль в элиминации алкоголя по сравнению с окислительными путями.

Наряду с метаболизмом небольшое количество алкоголя выводится через кожу (порядка 0,1%), легкие (от 0,7% до 8% в зависимости от его концентрации в организме) и почки (от 0,3% до 10%) [6, 7].

У беременных прохождение алкоголя через плаценту является первым этапом пренатального алкогольного поражения плода. Благодаря своим химическим особенностям молекулы этанола обладают быстрой диффузией через различные биологические мембраны, включая структуры плаценты, и распространением в жидкие среды организма. Вследствие этого через 1 час концентрация алкоголя в крови плода приближается и через 2 часа соответствует таковому уровню у беременной [4].

Хорошо известно, что плацента участвует в различных видах метаболизма, однако алкоголь практически не окисляется и поэтому концентрация его почти не уменьшается при прохождении через плаценту. W. Jelski и M. Szmitkowski [8] установлено, что в ткани плаценты человека присутствует только одна изоформа алкогольдегидрогеназы, относящаяся к III классу и характеризующаяся более низкими показателями аффинности и уровня метаболизма этанола по сравнению с изоформами других классов. Так, скорость окисления этанола в плаценте составляет 45,6 ммоль в 1 час в 1 грамме ткани, в печени же она достигает 178 ммоль в 1 час в 1 грамме, что в 3900 раз больше [9]. Наряду с этим в клетках плаценты зарегистрирована активность синтазы этиловых эфиров жирных кислот, однако она также лишь в минимальной мере участвует в неокислительном метаболизме алкоголя [10].

Как только алкоголь попадает в системную циркуляцию плода, он начинает метаболизироваться посредством тех же систем, что и во взрослом организме. Основным ферментом, осуществляющим метаболизм этанола у плода, также является алкогольдегидрогеназа печени. Однако обнаруживается она лишь на втором месяце гестации, при этом метаболическая ее активность составляет от 5% до 10% взрослого человека [11].

Изоформа CYP2E1 цитохрома P450 отсутствовала у плодов на сроке 10 недель ге-

станции и определялась на сроках 19, 23 и 24 недели [12]. Концентрация же ее в 2–4 раза меньше по сравнению с показателями печени взрослого человека (0,2–0,4 нмоль на 1 мг против 0,4–0,8 нмоль на 1 мг), а скорость окисления составляет 12–27% [13]. То есть способность плода метаболизировать этанол настолько мала, что эта функция практически целиком лежит на организме беременной женщины.

В связи с этим алкоголь, попавший в кровотоки плода, в неизменном виде выделяется через легкие и с мочой в околоплодную жидкость. Так, по данным [14], в околоплодных водах алкоголь появлялся через 15–45 минут после приема его беременной женщиной в дозе 0,3 г на кг массы тела. Через 3,5 часа после приема алкоголя последний не обнаруживался в крови беременной, но определялся в амниотической жидкости. На основании проведенных исследований авторы рассчитали, что средняя скорость снижения концентрации алкоголя в крови беременной составляла $0,15 \pm 0,01$ мг на мл в час, а в околоплодной жидкости – $0,08 \pm 0,03$ мг на мл в час [14].

J. Idanpaan-Heikkilä с соавт. [4] установили, что концентрация алкоголя в околоплодной жидкости достигала 50% от его уровня в крови беременной женщины. В более позднем исследовании [15], основанном на анализе шести беременных женщин на сроке гестации 16–18 недель после перорального приема алкоголя в дозе 300 мг на кг массы тела, было показано, что концентрации алкоголя в крови женщин и амниотической жидкости были одинаковыми. Уровень алкоголя в амниотической жидкости был на 16% ниже соответствующих показателей крови беременной только в первые 3,5 часа после его приема [15].

Такая своеобразная и длительная циркуляция алкоголя в плаценте и теле плода, несомненно, сказывается на морфофункциональном состоянии элементов последа и тканей плода. Прежде всего, следует отметить, что сосуды пуповины очень чувствительны к воздействию этанола. При изучении изолированных сегментов пуповины В.М. Altura с соавт. из [16] установили, что этанол в дозе 50–85 мг/дл обладает выраженным сосудосуживающим эффектом на сосуды пуповины в течение 60 минут. При этом пуповинные артерии реагировали на более низкие концентрации этанола и характеризовались большей степенью сократимости по сравнению с пуповинной веной. Итогом сосудосуживающего эффекта алкоголя является повышение плодно-плацентарного сосудистого давления и перфузионного давления в плаценте. Так, увеличение

дозы этанола с 10 мМ до 70 мМ сопровождалось повышением перфузионного давления с 4 мм рт ст до 10 мм рт ст. Следует добавить, что повышение перфузионного давления в сосудах плаценты способствует нарушению транспорта кислорода и развитию ацидоза плода.

Минимальная концентрация сосудосуживающего эффекта этанола в отношении пуповинных сосудов, по данным R.T. Savoy-Moore с соавт. [17], составляет от 0,01% до 0,001%, что соответствует дозе в один «дринк» (drink, 14 г 96% этилового спирта). В то же время в клинических условиях при проведении доплерографии было показано отсутствие значимого изменения кровотока в сосудах пуповины у беременных после употребления одного «дринка» [18].

Одновременно с сосудосуживающим воздействием этанол приводит к активации эндотелиальной синтазы оксида азота и, соответственно, увеличению продукции оксида азота. Подобные изменения носят явно компенсаторно-приспособительный характер, поскольку эндотелиальная синтаза оксида азота и сам оксид азота участвуют в нормализации острых сосудосуживающих эффектов.

Вместе с тем в модельных системах по перфузии ворсин плаценты человека было показано, что воздействие этанола приводит к увеличению в 2,5–3 раза активности эндотелиальной синтазы оксида азота в синцитиотрофобласте терминальных ворсин [19]. При этом содержание оксида азота в перфузионном растворе не увеличилось, а, наоборот, понизилось. Выявленное снижение оксида азота связано, по мнению авторов [19], с участием его в нейтрализации кислородных радикалов, образующихся вследствие параллельно развившегося окислительного стресса в ворсинах плаценты. Подобные расстройства взаимодействия между активностью синтазы оксида азота и концентрацией оксида азота могут явиться причиной нарушений внутриплацентарного кровотока и последующего снижения поступления питательных веществ к плоду.

Говоря о нарушениях ангиогенеза в плаценте, необходимо остановиться на исследованиях, проведенных Lescuer с соавт. [20]. В экспериментах на мышах и при изучении родильниц авторы установили уменьшение размеров и ворсин и проходящих в них капилляров в случаях употребления алкоголя во время беременности. В основе алкоголь-индуцированного снижения степени васкуляризации ворсин лежит, по мнению авторов [20], выявленное ими нарушение баланса между экспрессией плацентарного

фактора роста и экспрессией рецепторов R1 и R2 сосудисто-эндотелиального фактора роста в эндотелиоцитах капилляров и синцитиотрофобласте ворсин. Примечательно, что нарушения соотношения проангиогенных и антиангиогенных факторов в структурах плаценты является существенным звеном патогенеза гестационных гипертензивных расстройств, включая преэклампсию [21, 22].

Помимо нарушений ангиогенеза этанол и ацетальдегид в клинически значимых концентрациях оказывают неблагоприятное воздействие и на функции трофобласта. Так, добавление в культуру клеток этанола в дозе 20 mM или ацетальдегида в дозе 40 μ M приводило к снижению уровня пролиферации клеток цитотрофобласта и не влияло на процессы пролиферации стромальных клеток [23]. Одновременно с этим регистрировалось существенное торможение миграции клеток под действием этанола в дозе 20 mM или ацетальдегида в дозах 20 μ M и 40 μ M [23]. В экспериментах на крысах, употреблявших алкоголь, дополнительно было показано дозозависимое уменьшение количества клеток инвазивного трофобласта и снижение степени их адгезии [24]. В плацентах мышей, имевших для питья свободный доступ к 0,5% раствору этанола, отмечались нарушения строения ворсин, некроз и уменьшение слоя цитотрофобласта, а также разрастание соединительнотканых септ [25].

Закономерно, что вышеуказанные изменения инвазивного трофобласта ведут к уменьшению его инвазии и нарушению процессов трансформации спиральных артерий матки, приводящих в свою очередь в дальнейшем к снижению маточно-плацентарного кровотока. Видимо, поэтому злоупотребление алкоголем во время беременности приводит к снижению массы плаценты. Согласно данным M. Kaminski с соавт. [26], средняя масса плаценты была снижена на 4% (589 г против 611 г, $p < 0,01$). В работе S. Andersson с соавт. [27], средняя масса (526 г) плаценты у женщин, употреблявших алкоголь, была ниже на 19% (127 г) по сравнению с показателями контрольной группы (653 г, $p < 0,005$). Необходимо также добавить, что средняя масса плаценты в случаях развития алкогольного синдрома плода была на 18% меньше по сравнению с таковой у женщин, употреблявших алкоголь во время беременности, но в отсутствие алкогольного синдрома плода (621 г против 506 г) [28].

Примечательно, что у беременных, участвовавших в программе лечения от алкоголя, отмечалось снижение массы плаценты

и тела новорожденного, а также более частое (12,9% против 1,3%) рождение ребенка с массой малой для гестационного срока и наличие патологии в плодных оболочках по сравнению с показателями контрольной группы [29].

В результате сравнительного анализа было показано, что частота выявления материнского хориоамнионита, плодного васкулита и виллита была значимо выше при морфологическом исследовании плацент родильниц, употреблявших алкоголь в дозе 5 и более «длинков» в неделю [30]. У женщин, употреблявших алкоголь во время беременности, чаще наблюдался межворсинковый тромбоз и инфаркт ворсинок. При этом в 23% наблюдениях алкогольного синдрома плода в плаценте имелись признаки виллита [30].

Весьма перспективным следует считать исследование M.J. Rosenberg с соавт. [31], направленное на исследование генов плаценты крыс, употреблявших алкоголь. При анализе экспрессии 28000 генов было установлено, что экспрессия 304 генов в плаценте крыс, употреблявших алкоголь, была изменена в 2 и более раз по сравнению с показателями контрольной группы. Для 76% таких генов экспрессия была снижена. Гены с измененной экспрессией были ассоциированы с развитием центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, скелетной и хрящевой ткани, морфогенезом внутренних органов, иммунологических реакций, эндокринной функции. На основании проведенного исследования авторы рекомендуют проведение определения экспрессии генов в ткани плаценты в качестве маркеров употребления алкоголя беременными женщинами и развития алкогольных поражений у плода [31].

Таким образом, проведенный анализ данных литературы убедительно доказывает, что употребление алкоголя во время беременности приводит к нарушениям развития плаценты и плода. В основе токсического действия алкоголя на ткани плода лежат особенности его фармакокинетики и метаболизма в плаценте. Имеющаяся в плаценте единственная изоформа алкогольдегидрогеназы практически не участвует в окислительном метаболизме этанола, вследствие чего он беспрепятственно проникает в кровоток плода. Под действием этанола и ацетальдегида отмечается угнетение процессов адгезии, миграции и пролиферации трофобласта, а также нарушение ремоделирования спиральных артерий матки. В плацентах родильниц, употреблявших алкоголь во время беременности, чаще отмечаются признаки хориоамнионита и виллита, меж-

ворсинковый тромбоз и инфаркт ворсинок. Алкоголь-индуцированное снижение маточно-плацентарного кровотока приводит к уменьшению массы плаценты.

Список литературы

1. Floyd R.L., Sidhu J.S. Monitoring prenatal alcohol exposure // *Am. J. Med. Genet. C Semin. Med. Genet.* – 2004. – V. 127. – С. – P. 3–9.
2. May P.A., Gossage J.P., Kalberg W.O. et al. Prevalence and epidemiologic characteristics of FASD from various research methods with an emphasis on recent in-school studies // *Dev. Disabil. Res. Rev.* – 2009. – V.15. – P. 176–192.
3. Waltman R., Iniquez E.S. Placental transfer of ethanol and its elimination at term // *Obstet. Gy-necol.* – 1972. – V.40. – P. 180–185.
4. Idanpaan-Heikkilä J., Jouppila P., Akerblom H.K. et al. Elimination and metabolic effects of ethanol in mother, fetus, and newborn infant // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 1972. – V.112. – P. 387–393.
5. Burd L., Blair J., Dropps K. Prenatal alcohol exposure, blood alcohol concentrations and alcohol elimination rates for the mother, fetus and newborn // *J. Perinatol.* – 2012. – V.32. – P. 652–659.
6. Gemma S., Vichi S., Testai E. Metabolic and genetic factors contributing to alcohol induced effects and fetal alcohol syndrome // *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2007. – V.31. – P. 221–229.
7. Dossevi L., Marfaing-Jallat P., Campfield L.A. et al. Blood removal and renal elimination of a constant dose of ethanol as a function of volumes and concentrations of solutions administered to rats // *Pharmacol. Biochem. Behav.* – 1983. – V. 18. – P. 333–339.
8. Jelski W., Szmikowski M. Alcohol dehydrogenase (ADH) and aldehyde dehydrogenase (ALDH) in the cancer diseases // *Clin. Chim. Acta.* – 2008. – V. 395. – P. 1–5.
9. Karl P.I., Gordon B.H., Lieber C.S. et al. Acetaldehyde production and transfer by the perfused human placental cotyledon // *Science.* – 1988. – V. 242. – P. 273–275.
10. Bearer C.F., Santiago L.M., O'riordan M.A., Buck K., Lee S.C., Singer L.T. Fatty acid ethyl esters: quantitative biomarkers for maternal alcohol consumption // *J. Pediatr.* – 2005. – V. 146(6). – P. 824–830.
11. Pikkarainen P.H. Metabolism of ethanol and acetaldehyde in perfused human fetal liver // *Life Sci.* – 1971. – V. 10. – P. 1359–1364.
12. Hakkola J., Pelkonen O., Pasanen M. et al. Xenobiotic-metabolizing cytochrome P450 enzymes in the human fetoplacental unit: role in intrauterine toxicity // *Crit. Rev. Toxicol.* – 1998. – V.28. – P. 35–72.
13. Carpenter S.P., Lasker J.M., Raucy J.L. Expression, induction, and catalytic activity of the ethanol-inducible cytochrome P450 (CYP2E1) in human fetal liver and hepatocytes // *Mol. Pharmacol.* – 1996. – V.49. – P. 260–268.
14. Brien J.F., Loomis C.W., Tranmer J. et al. Disposition of ethanol in human maternal venous blood and amniotic fluid // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 1983. – V.146. – P. 181–186.
15. Nava-Ocampo A.A., Velazquez-Armenta Y., Brien J.F. et al. Elimination kinetics of ethanol in pregnant women // *Reprod. Toxicol.* – 2004. – V.18. – P. 613–617.
16. Altura B.M., Altura B.T., Carella A. et al. Alcohol produces spasms of human umbilical blood vessels: Relationship to fetal alcohol syndrome (FAS) // *Eur. J. Pharmacol.* – 1982. – V.86. – P. 311–312.
17. Savoy-Moore R.T., Dombrowski M.P., Cheng A. et al. Low dose alcohol contracts the human umbilical artery in vitro // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 1989. – V.13. – P. 40–42.
18. Erskine R.L., Ritchie J.W. The effect of maternal consumption of alcohol on human umbilical artery blood flow // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 1986. – V.154. – P. 318–321.
19. Kay H.H., Grindle K.M., Magness R.R. Ethanol exposure induces oxidative stress and impairs nitric oxide availability in the human placental villi: A possible mechanism of toxicity // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2000. – V.182. – P. 682–688.
20. Lecuyer M., Laquerrière A., Bekri S. PLGF, a placental marker of fetal brain defects after in utero alcohol exposure // *Acta Neuropathol. Commun.* – 2017. – V.5. – P. 44.
21. Павлов К.А., Дубова Е.А., Щеголев А.И. Фетоплацентарный ангиогенез при нормальной беременности: роль плацентарного фактора роста и ангиопоэтинов // *Акушерство и гинекология.* – 2010. – № 6. – С. 10–15.
22. Дубова Е.А., Павлов К.А., Ляпин В.М. и др. Фактор роста эндотелия сосудов и его рецепторы в ворсинах плаценты беременных с преэклампсией // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* – 2012. – № 12. – С. 761–765.
23. Lui S., Jones R.L., Robinson N.J. et al. Detrimental effects of ethanol and its metabolite acetaldehyde, on first trimester human placental cell turnover and function // *PLoS ONE.* – 2014. – V.9. – P. e87328.
24. Gundogan F., Gilligan J., Qi W. et al. Dose effect of gestational ethanol exposure on placentation and fetal growth // *Placenta.* – 2015. – V.36. – P. 523–530.
25. Болотникова Н.И., Курьянова Н.Н., Шелудько В.В. Влияние этанола на строение плаценты белых мышей // *Вестник АГТУ* – 2005. – № 3. – С. 219–221.
26. Kaminski M., Rumeau C., Schwartz D. Alcohol consumption in pregnant women and the outcome of pregnancy // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 1978. – V.2. – P. 155–163.
27. Andersson S., Halmesmaki E., Koivusalo M. et al. Placental alcohol metabolism in chronic alcohol abuse // *Biol. Neonate.* – 1989. – V.56. – P. 90–93.
28. Niemela O., Halmesmaki E., Ylikorkala O. Hemoglobin-acetaldehyde adducts are elevated in women carrying alcohol-damaged fetuses // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 1991. – V.15. – P. 1007–1010.
29. Hollstedt C., Dahlgren L., Rydberg U. Outcome of pregnancy in women treated at an alcohol clinic // *Acta Psychiatr. Scand.* – 1983. – V.67. – P. 236–248.
30. Baldwin V.J., MacLeod P.M., Benirschke K. Placental findings in alcohol abuse in pregnancy // *Birth. Defects. Orig. Artic. Ser.* – 1982. – V.18. – P. 89–94.
31. Rosenberg M.J., Wolff C.R., El-Emawy A. et al. Effects of moderate drinking during pregnancy on placental gene expression // *Alcohol.* – 2010. – V.44. – P. 673–690.

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 81'373

ВАЛИДНОСТЬ НАНО В ЛИНГВИСТИКЕ: НАНОЛИНГВИСТИКА – АКАДЕМИЧЕСКАЯ НАУКА ИЛИ ФРИК-ЛИНГВИСТИКА**Червякова Л.Д.***Российский университет дружбы народов, Москва, e-mail: ldch39@mail.ru*

В статье анализируются внедрение особенностей законов функционирования физических систем и биологических законов материи и терминологии нанотехнологии в лингвистику. Цель статьи – показать степень адекватности стремления интерпретировать современную науку о языке с позиции нанонауки. Для реализации поставленной цели использовались эмпирические и теоретические методы исследования: наблюдение, анализ, сопоставление, методы-операции. Методика определения путей проникновения принципов, свойств и терминологии наноиндустрии отражена в описании активного и динамического процесса развития мега- и квазилингвистик. Актуальность статьи связана с появлением в лингвистике: «фактора масштаба» при изучении языковых явлений, понятия дисперсности при формировании картины мира как «самосборки», «обучающего пространства» как «кванта знаний», сравнения элементов состава «обучающего пространства» с атомами, отождествления лингвистических терминов с наночастицами, понятия «ноансирование» воздействия на психические процессы усвоения языка, порождения и понимания речи, концепции комплементарности языка и речи, как двух атомов одной молекулы, отождествления дискурсивной компетенции и дискурсивной стратегии с системными и межсистемными поверхностными и глубинными дискурсивными наностратегиями, идентификации эволюции биологических законов существования материи и биоорганизмов. Результаты исследования показывают изменение характера лингвистической науки, её несоответствие строгой академической гуманитарной науке; появление антропологической лингвистики, креативной лингвистики, нанолингвистики, альтернативной исторической лингвистики трактуется как признаки кризиса филологической науки, её отхода от реализма и отрыва от естественных наук. В итоге подтверждается гипотеза о том, что формальное соответствие научных исследований современным тенденциям ведёт к формированию фриклингвистики. Многие инновационные предложения требуют серьёзного обсуждения, чтобы исключить или подтвердить их околонуичность.

Ключевые слова: инновации в обучении, нанотехнология, нанотерминология, наночастицы, нанолингвистика, академическая наука, фриклингвистика, наносистема, металингвистика, междисциплинарная область исследования, квантум знаний, самосборка картины мира

VALIDITY OF NANO IN LINGUISTICS: IS NANOLINGUISTICS ACADEMIC OR FREAK LINGUISTICS**Chervyakova L.D.***Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, e-mail: ldch39@mail.ru*

The subject of this research is application of nanonotions to linguistics as to post-normal science. The aim of this paper is to critically apprehend modern scientific explanations of language acquisition process, its terminology, methodology and media technologies, providing this process, from the position of nanoscience. The article describes the emergency of mega-linguistics, its types, specific characteristics of nanotechnologies, fields of their application, the controversies they entail, and explains the reasons for the incredible scope of application of nanotechnology and popularity of nanolingistics that drew inspiration from the former. The analysis shows exploitation and utilization of nanotechnology: of nanostructured materials in terms of components of physics, chemistry and biology striving to manufacture materials and products with new unusual and beneficial properties and performances almost in all spheres as well as in linguistics. The conclusion is: researchers have to anticipate the consequences, uncertainties and risks of progressing nanoera and adequate identification of: – miniaturization of objects under study, – quantum of knowledge with its infinite semantic multiplicity and infinite amount of possible conceptual interpretations, – size effects, – students' debate as a nano matrix of a specific type of communication and interaction, – global nano discourse strategies, – linguistic term as a nanoparticle, – linguistic landscape(nanosemantics) as pseudo-synonymization through the cognitive process understood as nanotechnological actions, – self-assembling of worldview (picture of the world) due to self-assembling capacity of atoms and molecules, identification of language and speech with two atoms of one molecule. The critical apprehension of current and potential application of nano is to help to distinguish between academic and freak linguistics.

Keywords: nanoscience, nanotechnology, nanomaterials, nanolingistics, quantum of information, quantum of knowledge, broad interdisciplinary research area, far-reaching potential applications, a realm, exploitation and utilization of nanostructured materials, academic and freak linguistics, consequences, uncertainties and risks of progressing nanoera

Цель данной статьи – проанализировать современные тенденции в использовании серьёзных изменений, которые внесли нанотехнологии в парадигму развития технологий XXI века благодаря давно при-

знанной всеми возможности их методов создавать и изменять такие объекты, размеры отдельных компонентов которых меньше 100 нанометров (единицы измерения, равной одной миллиардной части 1 нм, т.е.

10^{-9} метра), за счёт контроля за деятельностью отдельных атомов и молекул.

Для реализации поставленной цели использовались эмпирические и теоретические методы исследования: наблюдение, анализ, сопоставление, методы-операции.

Нанотехнологии – довольно сложная область: в ней задействованы физика, химия, биология, моделирование и информатика в комплексе. Её результаты используются в разных сферах, учёные структурировали информацию, делили её на разделы для познания законов природы, а нанотехнологии призваны объединить все науки вновь, причём на практике, так как большая часть исследований имеют прикладной характер, который даст о себе знать либо через год, либо через несколько десятков лет.

Появляющиеся новые объекты – наноструктуры – приобретают новые качества и оказываются новым классом технических систем с новыми эффектами, в том числе и квантовыми, позволяющими по-новому манипулировать материей. Они отличаются особенностью молекул самоорганизовываться и порождать себе подобные структуры.

Задача данного обзора – выявить степень использования в лингвистике справедливо признанного научно-техническим сообществом самостоятельного воздействия нанотехнологий на природу, общество, человека, на формирование его картины мира и его когнитивные особенности, а также насколько широко и почему нанотехнологии стали методом фундаментальных исследований только в таких областях, одобренных к финансированию, как:

- нанофотоника,
- наноэлектроника и оптоэлектроника,
- нанобиология,
- самоорганизующиеся структуры и наносборки,
- наноструктуры,
- наноматериалы функционального конструкционного назначения,
- метрология, стандартизация нанотехнологий,
- медицина и биотехнологии,
- машиностроение и металлообработка.

Предметом данного обзора являются опубликованные общие и частные научные работы по лингвистике и лингводидактике, научно-популярные статьи о нанотехнологиях, данные «Росстата» и «Роснано», результаты работы международных выставок, российских и зарубежных научных центров и университетов и законодательные документы.

По данным «Росстата» только в 2016 г. объем производства нанопродукции про-

ектных компаний «Роснано» составил свыше 380 млрд руб., а общий объем наноиндустрии в России составил свыше 1,3 трлн руб. В России в последние годы работают более 68 заводов и центров разработки с участием капитала «Роснано» и более 89 проектных компаний с его инвестициями. По итогам на начало 2016 года портфели заказов компаний на исследовательские и опытно-конструкторские работы достигли 7,2 млрд рублей, что означает политику инновационных предприятий поддерживать науку и воспроизводить инновации лично для себя [1].

На 45-й Международной выставке изобретений INVENTIONS GENEVA, которая проходила с 29 марта по 2 апреля 2017 года в г. Женеве (Швейцария) и в которой приняли участие 720 представителей из 40 стран мира, инновационным разработкам российских научных центров и университетов были присуждены 9 золотых, 6 серебряных, 4 бронзовых медалей и 15 призов международных организаций [2].

Главным событием в научной политике в 2016 году, по словам заместителя председателя правительства А. Дворковича, стало утверждение Президентом РФ «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [3].

Анализ научно-технических статей, монографий и диссертационных исследований по нанотехнологической тематике показывает, что влияние достижений в наноиндустрии на другие области науки и техники происходит в нескольких направлениях:

- в современной промышленности, в современном производстве;
- в образовании по двум направлениям: 1 – обучение нанотехнологиям и распространение нанотехнологических и наносистемных знаний и 2 – использование нанотехнологий в научно-образовательных исследованиях;
- в науке: разработка новых явлений, структур и свойств наноматериалов; создание самих наноматериалов, конструирование новой наносистемной техники для дальнейшего развития фундаментальных и прикладных наук;
- в социологических исследованиях: в количественной и качественной оценке влияния нанотехнологий на образовательные, этические, философские, экономические и социальные вопросы, прогнозирования будущего наносферы [4, 5].

Практически все процессы нанотехнологии проходят в соответствии с законами квантовой механики, которая определяет способы описания микрочастиц (молекул, частиц, атомов) и законы их движения,

определяющие постепенное усовершенствование самой системы изнутри за счет её собственных ресурсов. Именно это и привлекает внимание учёных разных областей: при изучении новых разработок они заимствуют принципы, свойства и терминологию наноиндустрии и примеряют их к собственным будущим исследованиям [6].

Проникнув во все сферы общества, *нано* вынудило не только представителей вышеперечисленных отраслей науки и техники, но и гуманитарных наук, осмыслить его возможности на основе междисциплинарной методологии. В результате появилась нанолингвистика, трактуемая Л.Н. Синельниковой как постнеклассическая научная дисциплина, с её возможностями интерпретировать современную науку о языке с позиции нанонауки и способствовать развитию образовательной системы [7].

Однако возникает вопрос, всегда ли достижения научного знания при создании новой научной парадигмы (технической, биологической, образовательной или лингвистической) используются адекватно; не используется ли только внешнее сходство законов функционирования биологических и физических систем, биологических законов материи и биоорганизмов, с одной стороны, и образовательных систем, с другой стороны.

Рассматривая вопросы, связанные с правом нанолингвистики на существование, ещё совсем недавно, чуть более 5 лет назад, высказывались опасения (А. Нилогов) по поводу того, что приставка *нано-* стала самой конъюнктурной приметой современности, и по поводу появления в скором времени брендов «нанолингвистика» или «нанополитика» [8].

Предположения сбылись, и сегодня современная гуманитарная наука вплотную соприкасается с комплексной научно-технической дисциплиной, которая ориентирована на несколько базовых теорий одновременно и способствует поиску путей для углублённого рассмотрения научного объекта. Эту проблему относят к главному (модерно-центрическому) сегменту современной гуманитарной науки (Л.Н. Синельникова) [9].

Политические, экономические, социокультурные, экологические, количественные и качественные изменения научно-технических достижений в обществе заметно изменили лингвистическое сознание, вовлекли представителей разных отраслей науки, техники и общественной деятельности в разработку мега- и квазилингвистик. Их число по данным словаря-справочника В.Н. Базылева «Наука о языке XXI» сейчас достигает 50, многие из них возникли как

парадокс, культурный взрыв, как оппозиция к традиционной лингвистике, к той, которая по данным всё того же словаря-справочника во II разделе насчитывала в XX веке около 70 лингвистических парадигм, использующих в понимании языка старые апробированные методы.

Речь идёт, по мнению О.В. Никитина и В.Н. Базылева, о формировании металингвистики нового XXI века с её глобализацией, технизацией, психологизацией, парадоксальностью и незавершённой [10].

Любое современное научное теоретическое или практическое исследование начинается с моделирования исследуемого объекта со своими особенностями свойств во всей совокупности. Результативность исследования зависит от синтеза объекта с новой научной парадигмой, в данном случае нанопарадигмой, требующей технического обеспечения, использования знаний математического аппарата и информационных технологий. Кроме того, когда речь заходит об исследованиях или разработках технологий в масштабах атома, как в случаях с *нано*, требуются ещё и смежные компетенции в области естественнонаучных дисциплин: информатики, биологии, математики, химии, физики и т.д. [11].

Уже заявленные новые области научного знания – наносоциология, наноистория, наноэкономика, наномедицина, нанофармакология, нанотекстиль, нанопсихология, наноискусство, наноживопись, нанофантастика и многое другое – свидетельствуют о нанозре, которая меняет человеческую цивилизацию в 21 веке на наших глазах.

Многие виды взаимодействия наук всё ещё находятся на стадии становления: лингвофилософия, лингвоэкология, биолингвистика, соционика, лингвофизика, синергетическое измерение искусства, поэтическая синергия слова, дискурсивно-синергетический подход к речевой семантике, криптолингвистика (трансформации этимологической реальности), металингвистика и другие. На стадии становления находятся также и развивающиеся взаимодействия, связанные с нанопарадигмой:

- разработка метаязыка науки, стандартизация нанотерминологии (Г.М. Вишневская, С.Л. Фокина) [12];

- создание подъязыка – профессионального языка (О.С. Нарайкин) [13];

- миниатюризация объектов исследования – внимание к тонкостям материи языка, обучение по алгоритмам искусственных нейронных систем [14];

- реализация размерного эффекта свойств языковых единиц (Е.Г. Беляевская) [15];

- новая понятийная сетка – новые возможности понимания роли языка в ментальных представлениях наночеловечности (Л.Н. Синельникова) [16];

- теория «лингвистического ландшафта» (А.В. Кирилина) [17];

- нанолингвистические интерпретации интерпретационных сообществ [18];

- нанолингвистикумы как особая междисциплинарная область знания, среди которых фигурируют такие понятия, как (Л.Н. Синельникова) [16]:

- словообразование – «поштучная сборка веществ из отдельных атомов», словообразовательная структура преобразуется в мыслеобраз с новой референтной основой (Л.В. Екшембева) [15];

- «внутренняя форма слова» и новообразования – «сборка молекул»: составленные из морфем разных языков, новообразования сравниваются со «сборкой молекул» и интерпретируются как биологический парадокс (К.М. Ирисханова) [15];

- словообразовательные новации – языковая игра (С.В. Ильясова) [19];

- лингвистика креатива (Т.А. Гридина, А.В. Кубасов, Г.Р. Доброва, В.В. Горбань, В.К. Харченко, Б.Ю. Норман, Н.Н. Щербанова) [20];

- морфемы и квазиморфемы – новое вещество в зависимости от их нового размещения (Л.Н. Синельникова) [21];

- синестезия в языковой картине мира – смешение чувств и ощущений – относят к числу нанообъектов: лингвосенсорика представляет собой обширный и сложный наномир, ориентированный на оттенки (Л.Н. Синельникова) [21];

- сема – наночастица (наносемантика) – «мельчайшее образование с заранее заданными свойствами» (С.В. Ильясова, А.А. Казанцева) [19, 15];

- наносемантика – лингвистический ландшафт – псевдосинонимизация: заимствования подвергаются адаптации через когнитивный инструментарий, воспринимаемый как нанотехнологические действия (А.В. Кирилина) [17];

- сенсорная лингвистика как феномен нанолингвистики (В.К. Харченко) [22];

- психосемантика цвета – цветовые оттенки в художественных и публицистических текстах – выводится на нанолингвистическую хромотологию: неделимое начинает делиться (В.К. Харченко – статья: «оттенки») [23];

- Что происходит с лингвистикой?

В научных кругах подчёркивается мысль о том, что лингвистика изменилась, что она больше не является строгой академической гуманитарной наукой: появление антропологической лингвистики, биолингвистики, кре-

ативной лингвистики, нанолингвистики, альтернативной исторической лингвистики и т.д., по мнению А.С. Нилогова, – признаки кризиса филологической науки, отхода от реализма, её отрыва от естественных наук [24].

Несколько лет назад А.С. Нилогов, высказывая скептицизм по поводу моды на нанотехнологии, тенденции суперпланитарного масштаба XXI века, в шутку предложил термин «нанолингвистика». Спустя некоторое время, «к своему удивлению», он обнаружил такой же термин у профессора Л.Н. Синельниковой, под которым она понимала микроуровневые языковые единицы [24].

Проводя грань между профессионализмом и наивностью нанотенденций в теории языка, В.Н. Базылев охарактеризовал их как попытку создания очередного междисциплинарного подхода, но постулаты о том, что: «новации в словообразовании происходят не со словом, а с его составными частями», «сема – есть наночастица», «существуют процессы, влияющие на адаптацию заимствований в языке», «существует связь между лингвистикой и нейро-физиологией» и другие идеи, определил как попытку лингвофриков выйти из «эпистемического тупика» [25].

Свойства языка, причинно-следственные связи между языком, психикой и языковым сознанием, способы формирования мыслей при оформлении слов, текста и дискурса – прерогатива когнитологии. Именно эта наука определяет путь к нанотехнологиям в гуманитарном знании в русле понимания языка как части сознания, зависящего от социальных процессов.

Как видно из вышеперечисленных направлений взаимодействия лингвистики с нанопарадигмой, исследования в области нанотехнологии в гуманитарном знании идут в двух направлениях: 1 – уточнение и унифицирование нанотерминологии и её семантики, с одной стороны, и 2 – насильственное внедрение её особенностей, свойств и способностей создавать и модифицировать объекты с компонентами размером менее 100 нм. в смежные области науки, с другой стороны. Если первое направление обусловлено требованиями времени, то второе объясняется, скорее всего, стремлением соответствовать современным тенденциям, упуская из виду то, что нанотехнологии кардинально отличаются от других прогрессивных технологий тем, что они способствуют преобразованию мира на атомно-молекулярном уровне [26].

Эффективность взаимодействия разных наук зависит от точности и универсальности терминологии. Именно после разработки терминологии профессионального язы-

ка (подъязыка) в области нанотехнологий и nanoиндустрии стало возможным тесное взаимодействие специалистов в областях нанотехнологий и лингвистики [17].

Изучение семантического характера производных с морфемой *нано* превратило проблему интерпретации неологизмов с морфемой *нано* в одну из первостепенных задач лингвистики.

Целый ряд лингвистических исследований посвящены производным с данной морфемой, в которых анализируются типичные и устойчивые значения новой морфемы наряду с её ситуационными значениями. Используя трансформационный метод при их анализе, исследователи выявили новые словарные значения морфемы *нано* и описали значения слов, свободно появляющихся в разговорной речи.

Подчеркивая однозначность, нейтральную эмоциональную и стилистическую окраску, системность и способность термина отражать определённые научные концепции и теории в специальных отраслях знания, Г.М. Вишневская, С.Л. Фокина, М.А. Мартемьянова, А.Г. Моногарова, А.В. Раздуев отмечают проявление таких свойств терминов только при системном подходе и с учётом логического, профессионального, лингвистического, экстралингвистического и коммуникативного подходов, то есть в терминосистеме [27, 28].

В результате интернационализация и стандартизация терминосистемы, выработка метаязыка, разработка профессионального языка (подъязыка) для специалистов nanoобласти способствовали успешному решению проблемы разного толкования нанотерминологии: создана база терминологических данных, составлены печатные и электронные толковые терминологические словари с иноязычными эквивалентами, сконструированы системы для автоматизированного перевода, проанализированы дериваты для композитов с морфемой *нано* в интернациональном фонде словообразовательных морфем, решены споры относительно правил их написания и выявлена сформировавшаяся тенденция употреблять исследуемую морфему как самостоятельное слово.

Произведённый анализ работ по нанотерминологии свидетельствует, что несмотря на заслуженные достижения нанотерминологии её диапазон огромен (Ф.Ф. Кадыров) [29]. Происходит это по нескольким причинам, а именно:

- из-за отклонения от стандартного значения *нано* как одной миллиардной доли этой единицы (наносекунды, нанометра) – *наноспециализация, нановакцина, нанообои, наноцемент*;

- расширения семантического поля, приобретения новых семантических оттенков, усиления качества значения – *Nano Wine* = в Голландии вино сразу с несколькими вкусами, *нанотехнолог* = специалист в области нанотехнологий;

- перехода значений слов с морфемой *нано* из словарных в описательные на уровне перифразы – *Нано Ядро ТВ1* = робот-убийца; *нанофантастика* = научная фантастика о будущем нанотехнологии;

- приобретения морфемой *нано* значения «как первая часть сложных слов со значением нанотехнологический» – *Нанодом* = 14-этажное жилое здание, возводимое с применением инновационных технологий;

- трансформации термина в словосочетание с упором на слово, семантически эквивалентное препозитивной морфеме *нано*–: *наноотрасль* = нанотехнологическая отрасль;

- слияния двух слов в одноструктурное наименование, то есть соотносённости синтагмы «наноразмерный + сущ.» с однословным эквивалентом – наноразмерные «ножницы», *наноматериал* = наноразмерный материал, *наночастицы* = наноразмерные частицы.

Обзор публикаций за 2010–2016 гг. о достижениях нанотехнологий в мире и в России даёт широкий перечень примеров нанотерминов, образованных за счёт:

- лексикализации как стремления к орфографической автономности (раздельному или дефисному написанию – *нано уровень, нано-технологии*, написанию морфемы *нано* с удвоенными согласными *наннопланктон*, чередованию *к/х* – *нанотекнолог / нанотехнолог* [30];

- лексикализации как адъективации и субстантивации, в свою очередь, за счёт:

- перехода морфемы *нано* в аналитические прилагательные в постпозиции и в существительные – *Tata Nano* = машина малолитражка, *iPhone Nano* = недорогой, бюджетный телефон, *Accu-Chek Performance Nano* = компактный прибор для измерения давления [31];

- окказионального приобретения нового значения в качестве новой морфемы и сокращённого эквивалента другого слова или словосочетания с морфемой *нано* – *educational nano* = образовательная нанотехнология, боевое *нано* = боевое нанооружие [32];

- приобретения контекстуального значения «немноголюдный»: *нанофорум* = форум с незначительным количеством участников; *наномладенец* = «молодой» [33];

- кроме того, отмечен случай использования морфемы *нано* со значением времени: *нано по срокам* = очень короткий срок [34].

Вышеизложенный обзор позволяет оправдать, хотя и далеко не полностью, существование нанолингвистики, которая обладает определёнными перспективами в плане:

– миниатюризации исследовательских объектов в будущем;

– применения «размерного эффекта» в изучении свойств языка и тонкости его материи;

– формирования новых методик интерпретирования роли языка в создании лингвистического сообщества, желающего систематизировать накопленное нанолингвизирование [35].

М.Ю. Свинкина справедливо подчёркивает, что истина заключается в том, что научное познание неограниченно и для применения познающего нет границ [36].

Не случайно всё чаще звучат предложения разделить нано на классическое и «иное» (В.В. Уточникова) [37].

Как видно из анализа, идей много и преподносятся они иногда как спасение или прорыв. Однако амбициозные идеи быстро исчезают без обещанного прорыва. В чём же причина?

Происходит это по большей части от того, что в российских университетах эффективность работы сотрудников оценивается по публикациям в научных рейтинговых журналах, что приводит к появлению большого количества публикаций псевдонаучного характера без дальнейшего внедрения их результатов в практику. Отношение к ним неоднозначное, и наряду с ранее упомянутым скептицизмом научного сообщества к необоснованному переносу понятий из одной науки в другую встречаются и почти юмористические высказывания. Такие примеры можно найти на лингвофоруме по отношению, например, к «термолингвистике»: «Погуглила и нашла 4 ссылки, в одной из них – занимательная наука термолингвистика – при охлаждении *кофе* из мужского рода принимает средний»... а там смотришь, и будет нанолингвистика, и все Хирши будут в гости к нам» [38].

Высказывается мнение, что процесс обучения языку, всем его единицам и компонентам, которые состоят из наноструктурированных (!) величин различных прикладных наук равнозначен процессу усвоения отдельных наночастиц определенной лингводидактической материи. (Р.Р. Девлетов) [39]. В связи с этим курс «Формирование орфоэпических навыков учащихся в начальной школе» обозначается как единица атомарной структуры нанолингводидактики. На каком основании? Объяснение строится на том, что этот курс

является составной частью «Методики преподавания русского языка» и взаимосвязан с другими научными отраслями и дисциплинами: методикой фонетики, орфоэпии, орфографии, психологией, дидактикой, теорией коммуникации. По мнению Р.Р. Девлетова, здесь наблюдается интегрирование разных сегментов нано-лингводидактики.

Почти все созданные человеком материальные объекты содержат в своём составе наноразмерные структуры, но Б. Гусев, характеризуя технологии, изменяющие науку, и объясняя, что есть «нано», не считает это основанием говорить о наличии нанотехнологий, так как их главный признак – возможность управлять процессами преобразования веществ на уровне молекул и создавать объекты с новыми, заранее заданными химическими, физическими и биологическими свойствами [40].

У современной науки, характеризуемой А. Самсоновым как неклассическая или постклассическая, ценности, объекты и представления – преходящие, временные, а применяются они к классическим представлениям, которые – вечные, бессмертные, внеценностные, и поэтому вступают иногда в противоречия, вызывая кризис или индифферентность [41].

В результате проведённого анализа определены наноидеи, которые не находят своего применения на практике именно по этой причине:

- внедрение «фактора масштаба» при изучении языковых явлений: изменение размера ведёт к возникновению новых свойств [15],

- применение понятия дисперсности при формировании картины мира (отношение общей поверхности всех частиц к их суммарному объёму или массе) [15],

- сравнение сходной эволюции биологических законов существования материи и биоорганизмов [15],

- теория обучения «от термина» как наночастицы [15],

- сравнение психологического тренинга с «нюансированием» воздействия на психические процессы усвоения языка, порождения и понимания речи [15],

- валентность и амбивалентность компонентов лингводидактической материи, концепция комплементарности структур: язык и речь, как двух атомов одной молекулы [39],

- «самосборка» картины мира через манипулирование атомами [42],

- сходство с организмом человека сложных инженерных конструкций на основе сложных молекулярных структур и наноструктур, способных осуществлять обучение по алгоритмам искусственных нейронных систем [43].

• сравнение «обучающего пространства» с «квантом знаний», а элементов его состава, его атомарности, с атомами [44],

• отождествление дискурсивной компетенции и дискурсивной стратегии с системными и межсистемными поверхностными и глубинными глобальными дискурсивными наностратегиями [15, 45].

Вряд ли автоматический перенос концептов из одной науки в другую существенно помогает прогрессу. У каждой науки свои, свойственные только ей задачи, и если она и заимствует объект, возможно даже похожий или тот же самый, всё равно он другой, в другой плоскости, в иных условиях, подчиняется другой методологии, со своим особым предметом исследования и новыми понятиями. Характеристика, данная находкам в нанолингвистике, возможно и резкая, но не единичная: «в данном случае мы имеем дело с кружковым научным «стёбом». Это явление социальное, вызванное стремлением к самодемонстрации, вынесенной в масскоммуникативную сферу» (А. Песляк, Г.П. Щедровицкий) [34, 46].

Каково будущее нанолингвистики?

Стране нужны синтетические специалисты, «супермены с приставкой *нано*», особый «спецназ» [47].

Клич «даёшь спецназ» требует нетрадиционных технологий в их подготовке.

Традиционная наука сформировала нетрадиционное направление – форсайт-технология – технологию прогнозирования и оценки различных явлений [48]. С её помощью возможно сформировать предвидение на долгосрочный период, выявить неожиданные проблемы и угрозы, определить ключевые направления развития на высоком качественном уровне, используя при этом необычный инструментарий – экспертов с их субъективными когнитивными образами и интуитивными ощущениями как исходную информационную основу [49].

Форсайт-технология в ближайшие годы прогнозирует значительный рост применения нанотехнологий: в электронике свыше 30%, биомедицине свыше 56% и в потребительской сфере около 50%. Уже в 50 странах форсайт-исследования признаются обязательным инструментом выработки научно-технологической и инновационной политики. В России действует проект «Форсайт-флот 2016», посвященный разработке стратегии реализации и управления «Национальной технологической инициативой». Форсайт-флот разделен на четыре блока (кораблей): «Бизнес», «Государство», «Общество» и «Мир» – для того, чтобы охватить все механизмы поддержки и выработать наиболее оптимальные решения. Одно

из направлений корабля «Мир» – глобализация российской науки и образования, создание в России «общества знаний», экономики знаний – доноров талантов в мировую экономику [3, 50].

Форсайт, или прогноз, может стать энергией развития только при наличии стратегического и индикативного планирования, сопоставления альтернатив, экспертной поддержки, аудита и контроля, исправления и коррекции траектории развития. Форсайт – механизм, позволяющий добровольно принять обязательства и ответственность по отношению к нашему общему будущему, в котором будут развиваться научные и околонаучные области *нано*.

Список литературы

1. Олейник О.С. Формирование информации о нанотехнологических процессах / О.С. Олейник, Е.В. Латиган // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. – Сер. 3, Экон. Экол. – Волгоград, 2015. – № 1 (30). – С. 85–88.
2. Организация научной деятельности: ВПО. Реформа образования. // Интернет-издание «Наука и технологии России – STR.ru» – 06/04/2017 [Электронный ресурс]. – URL: http://strf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d_no=127764#.WaPmvWB_ox8 (дата обращения: 18.01.2018).
3. Дворкович А. Наука должна дать ответы на стоящие перед Россией и миром вызовы / А. Дворкович // Наука и техника: Технологии и разработки [Электронный ресурс]. – URL: http://nstarspb.ru/news/sri_petersburg/nauka_dolzhdad_otvety_na_stoyashchie_pered_rossiey_i_miron_vyzovy/ (дата обращения: 18.01.2018).
4. Алфимов М.В. «Био» и «нано»: точки соприкосновения // Нанотехнологии в России: электронный журнал. – 2008. – № 3 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/novyi-nomer-zhurnala-rossiiskie-nanotekhnologii> (дата обращения: 18.01.2018).
5. Sandler Robert. Nanotechnology: The Social and Ethical Issues // Washington D.C: Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2009. – P. 63. URL: <http://eprints.internano.org/50/> (дата обращения: 18.01.2018).
6. Червякова Л.Д. Правомерность существования нано – лингводидактики / Л.Д. Червякова // Российский научный журнал – 2014. – № 4 (42). – С. 214–220.
7. Синельникова Л.Н. Нанолингвистика: возможности обновления интерпретаций / Л.Н. Синельникова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – Серия «Филология. Социальные коммуникации». – Луганск: Знание, 2005 – Т. 25 (64), № 1, Часть 2. – С. 186–193.
8. Нилов А. Nano Sapiens vs. Homo Sapiens / А. Нилов // Нас поработят нанороботы и искусственный интеллект // Газета Независимая. – 2008. – 17 апреля. – № 080(432).
9. Синельникова Л.Н. Современные словообразовательные новшества в пространстве модальной рамки текста / Л.Н. Синельникова // Жизнь текста, или текст жизни: [Избранные работы в 3-х т.]. – Т. 2. – Луганск: Знание, 2005. – С. 38–44.
10. Никитин О.В. Рецензия на книгу: Базылев В.Н. «Наука о языке XXI века: словарь-справочник» / О.В. Никитин. – М.: Государственный институт русского языка им. Пушкина, 2013 – С. 101–103. URL: http://vestnik.vogu35.ru/docs/2016/1/22_vestnik_2016_2.pdf (дата обращения: 18.01.2018).
11. Комарова З.И. Методология, метод, методика и технология научных исследований в лингвистике: учебное пособие / З.И. Комарова. – Екатеринбург: Изд-во Ур-ФУ, 2012. – 818 с. (электронная версия). URL: <http://shironin.com/MethLing/Komarova.pdf> (дата обращения: 18.01.2018).
12. Вишневская Г.М. Стандартизация терминологии в области нанотехнологий (на материале английского языка) / Г.М. Вишневская, С.Л. Фокина // Вестник Челябинского государственного университета. Филология. Искусствоведение. Вып. 68. – Челябинск, 2012. – № 21 (275). – С. 27–31.

13. Нарайкин О. Узловые узлы (нанотехнологии не вписываются в вертикаль) / О. Нарайкин // Поиск: газета. – 2007. – № 43. – С. 6–7.
14. XIV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М.: МГППУ, 2016. – 192 с.
15. Нанотехнологии в лингвистике и в лингводидактике: миф или реальность: сб. докладов научно-практической конференции – Московский госуд. лингв. ун-т, 14–16 ноября, 2007 г. – Москва: МГЛУ, 2007. – 63 с.
16. Синельникова Л.Н. Современные словообразовательные новшества в пространстве модальной рамки текста / Л.Н. Синельникова // Жизнь текста, или текст жизни: [Избранные работы в 3-х т.]. – Т. 2. – Луганск: Знание, 2005. – С. 38–44.
17. Кирилина А.В. Описание лингвистического ландшафта как нового междисциплинарного метода исследования языка в эпоху глобализации [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:piSsloGd6mEJ> (дата обращения: 18.01.2018).
18. Щирова И.А. Текст, смысл и интерпретативные сообщества / И.А. Щирова // [Сб. науч. тр. XIX Linguistica. Человеческий язык. Познание]. – СПб.: Политика-сервис, 2010. – 314 с.
19. Ильясова С.В. Словообразовательная игра как феномен языка современных СМИ: дис. ... докт. фил. наук. – Ростов-на-Дону, 2002. – 432 с.
20. Лингвистика креатива 2: [коллективная монография]. / Уральский гос. педаг. ун-т, [под ред. Т.А. Гридина]. – Екатеринбург: Изд. Урал. ун-та, 2012. – 279 с.
21. Синельникова Л.Н. Нанолингвистика: возможности обновления интерпретаций / Л.Н. Синельникова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – Серия «Филология. Социальные коммуникации». – Луганск: Знание, 2005. – Т. 25 (64), № 1, Часть 2. – С. 186–193.
22. Харченко В.К. Лингвосенсорика: фундаментальные и прикладные аспекты / В.К. Харченко. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 216 с.
23. Харченко В.К. Словарь богатств русского языка / В.К. Харченко. – М.: АСТ – Астрель, 2006. – 843 с.
24. Нилогов А.С. Критика лингвистического разума: от криптофилологии до философии антиязыка. // Электронный журнал – изд. NotaBene. URL: http://e-notabene.ru/fr/article_17728.html (дата обращения: 18.01.2018).
25. Базылев В.Н. Криптолингвистика [монография]: В.Н. Базылев. – М.: Изд-во СГА, 2010. Электронная книга – ЛитРес – 832 с. – URL <https://www.litres.ru/v-n-bazylev/kriptolingvistika/> (дата обращения: 18.01.2018).
26. Червякова Л.Д. Правомерность ассоциативного подхода к транспозиции терминологии наноиндустрии в лингводидактику // Высшая школа: опыт, проблемы, перспективы: сб. научных статей VI Межд. науч.-практ. конф. (Москва, РУДН, 18–19 апреля 2013 г.) [науч. ред. В.И. Казаренков]. – М.: РУДН, 2013. – С. 726–730.
27. Моногарова А.Г., Раздубов А.В. Сопоставительный анализ структурных моделей фундаментальных и прикладных терминисистем (на материале терминологий нанотехнологий и медиации) // Филология и лингвистика в современном обществе: материалы III междунар. науч. конф. (Москва, ноябрь 2014). – М.: Буки-Веди, 2014. – С. 123–128.
28. Мартемьянова М.А. Основные способы образования терминов нанотехнологии / М.А. Мартемьянова // Вестник Челябинского госуд. ун-та. Филология. Искусствоведение. Вып. 45. – Челябинск, 2010. – № 21 (202). – С. 58–61.
29. Кадыров Ф.Ф. Эволюция семантики морфем греко-латинского происхождения (на примере морфемы нано-) // Психология человека. 2012. URL: <https://psibook.com/linguistics/evolyutsiya-semantiki-morfem-greko-latinskogoproissho-zhdeniya-na-primere-morfemy-nano.html> (дата обращения: 18.01.2018).
30. Мифы, иллюзии и реальность. /блог osv3/ [Электронный ресурс]. – URL: <http://nnm.me/blogs/osv3/mify-illyuzii-i-realnost/2014/09/10> (дата обращения: 18.01.2018).
31. Сологуб О.П. Усвоение иноязычных структурных элементов в русском языке // Наука. Университет: материалы III науч. конф. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – С. 130–134.
32. Достижения нанотехнологий в мире и в России за последние полгода / Обзор публикаций в интернете за январь – март 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://school8-72.3dn.ru/novosti3/1.pdf> (дата обращения: 18.01.2018).
33. Чубайс А.Б. Российские нанотехнологии пока в младенческом возрасте / А.Б. Чубайс // Нанотехнологии в России. URL: <https://ria.ru/science/20091006/187718422.html> (дата обращения: 18.01.2018).
34. Песляк А. «Спутники-малыши» у них и у нас // РИА Новости, 2008.02.08 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria.ru/analytics/20080208/98755924.html> (дата обращения: 18.01.2018).
35. Щирова И.А. Текст, смысл и интерпретативные сообщества / И.А. Щирова // [Сб. науч. тр. XIX Linguistica. Человеческий язык. Познание]. – СПб.: Политика-сервис, 2010. – 314 с.
36. Свинкина М.Ю. Язык наноиндустриализации: нанолингвистика // Вестник Волгоградского государственного университета. – Серия 9: Исследования молодых учёных. – Волгоград, 2013. – С. 195–197.
37. Уточникова В.В. Иное «нано»: пути финансирования за рубежом / В.В. Уточникова // Новые химические технологии [Электронный ресурс]. – URL: www.nanometer.ru/newchemistry.ru/letter.php?n_id=6134 (дата обращения: 18.01.2018).
38. Желаемые достижения лингвистики при обильном финансировании. [Электронный ресурс]. – URL: lingvoforum.net/index.php?topic=; plinius secund 30.06.2014 (дата обращения: 18.01.2018).
39. Девлетов Р.Р. Нанолингвистический подход к преподаванию филологических дисциплин: становление, содержание и перспективы / Текст научной статьи по специальности «Народное образование. Педагогика» // 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanolingvodidakticheskiy-podhod-k-prepodavaniyu-filologicheskikh-distsiplin-stanovlenie-soderzhanie-i-perspektivy> (дата обращения: 18.01.2018).
40. Технологии, изменяющие науку / Что есть «нано» и насколько? / Гусев Борис / Интервью: экспертиза проектов жёсткая // Российский электронный журнал. URL: http://www.nanorf.ru/events.aspx?cat_id=227&d_no=2702 (дата обращения: 18.01.2018).
41. Самсонов А. Технологии, изменяющие науку / А. Самсонов. URL: http://kapital-rus.ru/articles/article/tehnologii-izmenyayuschie_nauku/25.05.2010 (дата обращения: 18.01.2018).
42. Синельникова Л.Н. Нанолингвистика: векторы формирования // Вестник ЛНУ им. Тараса Шевченко. – Луганск, 2012. – № 24 (259), Ч. I. – С. 9–18.
43. Воронов А.В. Междисциплинарный подход к нейросетевым технологиям // Сб. докладов VI Всерос. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение». – М., 2000. – 652 с. URL: <http://www.knigi.dissers.ru/books/1/21672-2.php> (дата обращения: 18.01.2018).
44. Песина С.А. Концепты как кванты структурированного знания в их внутренней организации / С.А. Песина, А.К. Барина // Инновационные технологии в науке и образовании: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 23 окт. 2015 г.) – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – № 3 (3). – С. 246–248.
45. Потапова Р.К. Новые информационные технологии и лингвистика. – 4-е изд. – М.: КомКнига, 2005. – 368 с.
46. Я вырос в архиве ММК / Пять интервью (первое 1991 года, пятое – 2005 года) с известным философом, методологом, культурологом П.Г. Шедровицким // Избранные труды. – М.: Шк.Культ. Полит., 2005. URL: <http://www.koob.ru/shchedrovitsky/?page=2>, <http://www.b17.ru/books.php?autor=shchedrovitsky>, <http://www.koob.ru/shchedrovitsky/archive> (дата обращения: 18.01.2018).
47. Ананян М.А. Даёшь наноспецназ! // Российский электронный журнал / интервью, стр. 3. URL: http://www.nanometer.ru/2010/03/18/podgotovka_specialistov_198993.html (дата обращения: 18.01.2018).
48. Технологии, изменяющие науку / А. Самсонов / комментарии // Наука и технологии [Федеральное интернет издание «Капитал страны»]. – 2 декабря, 2008. URL: http://kapitalrus.ru/articles/article/tehnologii-izmenyayuschie_nauku/25.05.2010 (дата обращения: 18.01.2018).
49. Schummer Joachim. From Nano-Convergence to NBIC-Convergence: The best way to predict the future is to create it [Kaiser, Mario; Kurath, Monika; Maasen, Sabine; Rehmann-Sutter Christopher (eds.)]. Governing Future Technologies: Nanotechnology and the Rise of an Assessment Regime. – Berlin-Heidelberg: Springer, 2009. – P. 57–71.
50. Кожаринов М.Ю. Форсайт – технологии / М.Ю. Кожаринов // Образовательное бюро «Солинг» – 02.03.2012. URL: <http://www.soling.su/2012/03/02/форсайт-технологии/> (дата обращения: 18.01.2018).

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 678.029:691.175

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИНТЕЗА ПОЛИМЕРОВ

Романко О.И., Елисева Е.А.*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва,
e-mail: olrom49@yandex.ru, el.yakusheva@yandex.ru*

В данной статье представлен обзор данных о современных способах получения полимеров и композитов на их основе. Сделан акцент на классические варианты получения полимеров: реакции полимеризации, поликонденсации и полимераналогичные превращения. Описываются свойства мономеров нового типа (ионных жидкостей), возможность изменения технологии синтеза полимеров (применение новых катализаторов), а также изменение составных частей композиционных материалов современного типа «гибридные полимеры». Ионные жидкости подобно катализаторам способствуют более высокому выходу продуктов реакции при одновременном снижении отходов. Уделяется внимание фуллеренам, которые находят применение в качестве добавок, катализирующих и иницилирующих реакции полимеризации. Из-за экологических проблем и истощения природных ресурсов особое внимание уделено получению биополимеров. Изучены возможности замены современных полимеров на биополимерные материалы. Главное внимание уделено соблюдению экологических принципов получения полимеров и определенных физико-механических характеристик композиционных материалов на их основе. Проксиданты способствуют биоразложению материала, так как они усиливают процесс биodeградации за счет окисления материала в естественной среде. Исследования миграции летучих продуктов поликонденсации играют важную роль в решении проблемы получения экологически надежных полимерных материалов. Описываются экологически чистые методы получения нанокompозитов – органоинеральных гибридных композиционных материалов. В связи с тем, что природа не имеет эффективных способов и механизмов разложения синтетических полимеров, предлагают использовать экологичный источник биополимеров – хитин, из которого построены защитные оболочки животных и грибов. Хитин является вторым биополимером по распространенности после целлюлозы. Уделяется внимание полимераналогичным превращениям, которые являются единственным методом получения желаемого полимера.

Ключевые слова: полимеры, полимеризация, поликонденсация, полимераналогичные превращения, экология, биополимеры

CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF POLYMER SYNTHESIS

Romanko O.I., Eliseeva E.A.*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: olrom49@yandex.ru,
el.yakusheva@yandex.ru*

This article provides an overview of the modern methods for accumulation of polymers and composites based on them. Emphasis on classical variants of polymers: reactions of polymerization, polycondensation and polymer-analogichnye transformation. Describes the properties of a new type of monomer (ionic liquids), the ability to change the synthesis technology of polymeric material-ditch (application of new catalysts), as well as change their parts of composite materials of modern type «hybrid polymers. Ion liquid-like catalysts contribute to higher reaction products output while reducing waste. Attention is given to fullerene, which are used as additives, catalyzing governing and initiate polymerization reaction. Due to environmental concerns and natural resource depletion, particular attention is paid to the receiving of biopolymers. Explored replacing modern polymers on biopolymer materials. It focuses on compliance with environmental principles-based polymers and certain physico-mechanical characteristics of composite materials on their basis. Pro-oxidants promote biologically degradable material because they enhance the biodegradation process due to oxidation of a material in a natural Wednesday. IP route of migration of volatile products of polycondensation processes play an important role in solving the problem of polymer environmentally sound materials. Describes the environmentally friendly methods of obtaining nanocomposite-organic hybrid composite materials. Due to the fact that nature has no effective ways and mechanisms of decomposition of synthetic polymers, use eco-friendly source of biopolymers-chitin, from which built protective shells of animals and fungi. Chitin is the second most common biopolymer after cellulose. Focuses on polymeranalogichnym transformations, which are the only method of obtaining the desired polymer.

Keywords: polymers, polymerization, polycondensation, polymeranalogic transformation, ecology, biopolymers

Глобальные и региональные экологические проблемы, происходящие в результате антропогенного воздействия, подчиняются основным законам экологии Коммонера [1–2]. Возьмём принцип «Всё связано со всем». В природной системе отдельные вещества и энергии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного параметра вызывает качественные и количественные перемены всей системы. Также

этот принцип применим к методам получения полимеров.

Цель обзора – анализ современной литературы для получения информации о новых способах безотходного получения полимерных материалов.

Синтетические полимеры получают реакциями полимеризации, поликонденсации, химическими макромолекулярными превращениями.

Для осуществления реакций полимеризации используют разные факторы: высокое давление, высокие температуры, свет или облучение, катализаторы. Проводится анализ новых подходов к получению полимеров и композитов на их основе [3–5]. Описываются свойства ионных жидкостей [4] (рис. 1), состоящих только из ионов, например аммонийных и имидазольных солей. Ионные жидкости подобны катализаторам, так как они увеличивают выход продуктов реакции [3]. Например, при получении полиэфиркетона (применяемого в эндопротезировании и гидроэнергетике) используют ионные жидкости, при этом полностью производится замена токсичных и агрессивных сред.

Второй принцип «зелёной химии» – «максимальное увеличение эффективности» предполагает применение катализаторов и современные технологические методы в производстве [6–8]. Разработаны способы решения экологических проблем полимерной химии – стабилизация «балластных» полимеров в результате спонтанной полимеризации; очищение и хранение мономеров и очистка воды от дисперсных частиц [9].

Большое значение при получении гидрофильных и гидрофобных полимеров имеет синтез функциональных полимеров в каплях наноразмера [10]. В процессе реакции создаются наночастицы типа «ядро – оболочка», которые могут применяться в медицине, косметологии, производстве текстильных изделий и жидких кристаллов.

Фуллерены применяются [11] как катализаторы и инициаторы реакции полимеризации: в основной цепи, в боковых цепях, привитые к основной цепи или к поверхности полимеров (рис.1), а также могут вступать в реакции поликонденсации и полимераналогичных превращений.

Методом полимеризационного наполнения получены полимерные композиции, содержащие полиэтилен и крахмал [12]. Реакция полимеризации этилена инициировалась веществами $[TiCl_4 + (C_2H_5)_2AlCl]$, причём установлено, что активность катализатора в присутствии крахмала выше, чем без него. При этом происходит увеличе-

ние модуля упругости и относительного удлинения при разрыве полимерной матрицы.

Исследована фотоокислительная деструкция композитов под действием солнечного света и УФ-облучения. По данным ИК-спектроскопии полимерные композиты обладают в 2–3 раза меньшей стойкостью к фотоокислительному старению по сравнению с ненаполненным крахмалом полиэтиленом. Полимеры, подвергнутые УФ-облучению, обладают высокой интенсивностью развития микроорганизмов. Использование сополимеров для синтеза различных материалов с необходимым набором свойств является очень перспективным направлением [13–14]. При создании биоразлагаемых полимеров, как правило, к синтетическому полимеру добавляют биоразлагаемый (природный или синтетический). В качестве природного используют крахмал и целлюлозу.

В последние годы начали синтезировать «экологически чистые» полимеры и изделия на их основе [15–16]. Они способны быстро разлагаться в природных условиях по принципу: что создает природа, то она и разрушает. Существует более экологичный источник биополимеров – хитин, из которого построены защитные оболочки животных и грибов. Он является вторым по распространенности биополимером после целлюлозы и обладает большим набором полезных свойств: биосовместимостью; биодеградируемостью; бактериостатичностью; высокой реакционной способностью и т.п. [17].

В статье [18] обсуждаются экологически чистые методы получения нанокompозитов – органоинеральных гибридных композиционных материалов. Современные «полимерные гибриды» – это соединения, в которых органическая и неорганическая составляющие взаимодействуют между собой на молекулярном уровне. Оптимальным с экологической точки зрения является бессточный способ получения композитных материалов – золь-гель технология (sol-gel или spin-on-glass process). Этот способ исключает стадии промывки, так как в качестве исходного сырья используют соединения, не вносящие примеси в состав конечного продукта.

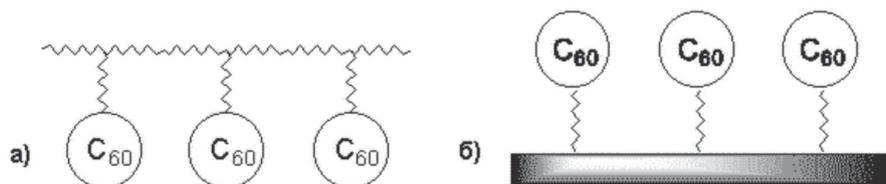


Рис. 1. Примеры фуллеренсодержащих полимеров: а) фуллерен в боковой цепи; б) фуллерен прикреплен к поверхности полимера [6]

Золь-гель процесс является реакцией полимеризации, которая начинается от иона или молекулярного соединения и образует, через процессы гидролиза и конденсации, трехмерную полимерную сеть (рис. 2).

На этапе конденсации частицы содержат на своей поверхности активные группы, и поэтому они сшиваются в гель, в порах которого содержат жидкость.

В настоящее время известны следующие способы проведения процесса поликонденсации: в расплаве, растворе, эмульсионный; межфазовый; газофазовый; в твердой фазе. Каждый способ проведения процессов поликонденсации имеет свои характерные черты, и его выбор дик-

туется химизмом процессов, свойствами мономеров и полимеров.

Важная роль в синтезе полимеров принадлежит миграции выделяющихся летучих продуктов поликонденсации. В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал по влиянию различных факторов (излучения, температуры, состава молекул) на диффузионное поведение различных полимерных материалов [19–20].

Большое количество полимерных материалов получают в результате *полимераналогичных превращений* базовых полимеров. Они не приводят к разрыву основной цепи и широко используются для химической модификации природных и синтетических высокомолекулярных соединений.

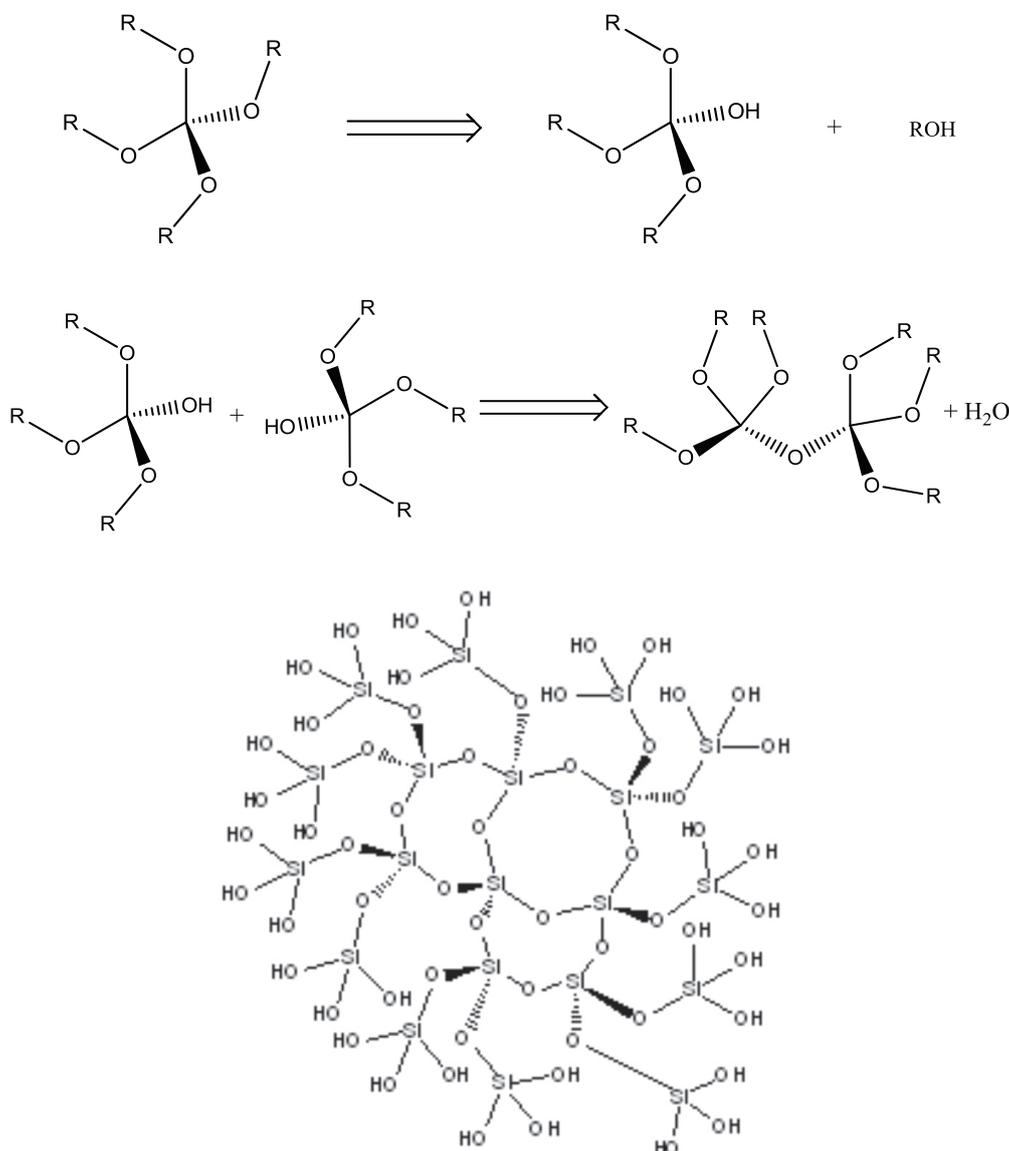


Рис. 2. Стадии золь-гель процесса [18]



Рис. 3. Схема получения полимерных материалов из целлюлозы

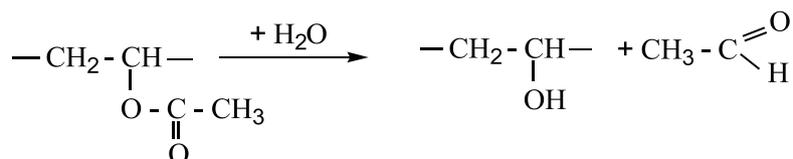


Рис. 4. Реакция получения поливинилового спирта

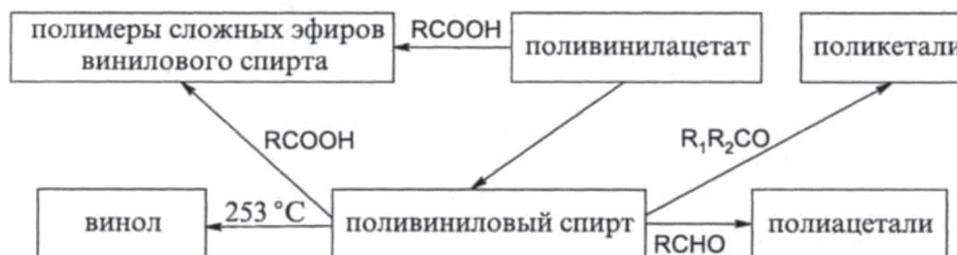
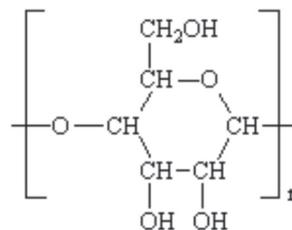


Рис. 5. Продукты полимераналогичных реакций

Направленная модификация свойств, например, полиметилметакрилата, возможна с использованием ионных жидкостей [3], которые действуют как пластификаторы, меняя порообразование полимера [21]. Биоразлагаемость полимеров (полиэтилена, полипропилена, полистирола и полиэтилентерефталата) повышается при модификации их крахмалом [22]. Композиционные материалы получают более прочными, но при этом добавление макромолекул линейных «лёгких» цепей амилозы и «тяжёлых» разветвлённых макромолекул амилопектина даёт возможность менять структуру надмолекулярных образований. Биоразложению материала способствует использование малых количеств прооксидантов, усиливающих биodeградацию за счёт окислительного разложения материала в естественных условиях, приводящие к полимераналогичным превращениям полимеров. Путём полимераналогичных превращений из целлюлозы получают ценные полимерные материалы (рис. 3).

Многие реакции модификации целлюлозы протекают гетерогенно, так как она во многих взаимодействиях нерастворима в реакционной среде. Реагент часто вообще не достигает некоторых гидроксильных групп в ее молекуле, прочно соединённых водородными связями.

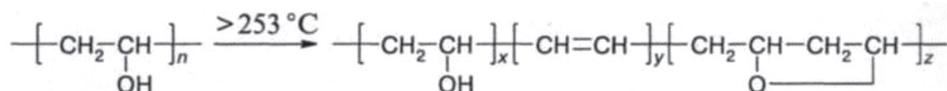


Эти особенности строения, а также ее высокая молекулярная масса (500–600 тыс.) способствуют тому, что перед переработкой в разнообразные материалы целлюлозу специально химически обрабатывают. Рассматриваются вопросы увеличения показателя разложения полимеров с использованием химической или физической модификации макромолекул целлюлозы [17, 23–24].

Иногда полимераналогичные превращения являются единственным методом получения желаемого полимера. Например, при гидролизе поливинилацетата образуется поливиниловый спирт (рис. 4).

Продукты полимераналогичных реакций поливинилового спирта приведены на рис. 5.

Химические превращения поливинилового спирта при термообработке достаточно сложны; основными реакциями являются дегидратация и внутримолекулярная циклизация.



Путём сополимеризации модифицированного крахмала и поливинилового спирта были получены гидрогели, которые [25–26] работают в водно-замещённых системах, изучена их биосовместимость и способность к разложению.

Заключение

В обзоре проанализированы современные источники литературы о новых методах получения полимеров на основе реакций полимеризации, поликонденсации и модификации полимеров. Отмечена важность учёта экологических законов при синтезе полимеров, усовершенствования технологии получения полимерных материалов, безопасных для окружающей среды. Обсуждаются вопросы внедрения ионных жидкостей при производстве полимеров, подбора пластификаторов, использования золь-гель технологии, применения фуллеренов в реакциях полимеризации, синтеза «экологически чистых полимеров».

Список литературы

1. Коммонер Б. Замыкающийся круг / Б. Коммонер. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 280 с.
2. Котомин С.В. Полимерные материалы и пластики – свойства и применение: учебное пособие / С.В. Котомин, О.И. Романко, Е.А. Якушева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 45 с.
3. Перспективы использования ионных жидкостей при получении полимеров и композитов / А.Ф. Ягфарова [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 13. – С. 192–196.
4. Логинов Д.Г. Применение ионных жидкостей в химической промышленности / Д.Г. Логинов, В.В. Никешин // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 22. – С. 153–167.
5. Хаустов И.А. Управление синтезом полимеров периодическим способом на основе дробной подачи компонентов реакции / И.А. Хаустов // Вестник Тамбовского университета. – 2014. – Т. 20, № 4. – С. 787–792.
6. Гариева Ф.Р. Исследование путей получения и свойства потенциальных биоразлагаемых полимеров на основе полиэтилена / Ф.Р. Гариева, А.Х. Каримова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 23. – С. 121–123.
7. Хасанова Г.Б. Принципы «Green engineering» – перспективный путь решения проблемы загрязнения окружающей среды полимерами / Г.Б. Хасанова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16, № 22. – С. 197–201.
8. Гольдфейн М.Д. Химия полимеров как основа некоторых технологий и решение проблем охраны окружающей среды / М.Д. Гольдфейн, Н.В. Кожевников // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2013. – № 3(3). – С. 74–85.

9. Кожевников Н.В. Решение некоторых экологических проблем полимерной химии / Н.В. Кожевников, Н.И. Кожевникова, М.Д. Гольдфейн // Известия Саратовского университета. – 2010. – Т. 10. Сер. Химия. Биология. Экология. Вып. 2. – С. 34–42.

10. Ибрагимов М.А. Возможности миниэмульсионной полимеризации для создания латексов и полимеров. Обзор / М.А. Ибрагимов // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 9. – С. 119–125.

11. Химия фуллеренов. III. Фуллерены в реакциях полимеризации. Перспективы применения фуллеренов / Ю.Н. Биглова [и др.] // Вестник Башкирского университета. – 2004. – № 3. – С. 80–91.

12. Исследование структуры и способности к окислительному разложению полимер-полимерных композиций на основе крахмала и полиэтилена, полученных методом полимеризационного наполнения / Е.М. Харькова [и др.] // Высокомолекулярные соединения. – 2017. – Т. 59. Серия Б. – № 5. – С. 393–401.

13. Дебабов В.Г. Биотехнология – шанс для России / В.Г. Дебабов // Инновации. – 2014. – № 3(185). – С. 3–5.

14. Новый экологически благоприятный способ получения редииспергируемых в воде полимеров / С.А. Марченко [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. – Т. 18, № 3. – С. 49–51.

15. Сазанов Ю.Н. Лигнин-полимерные композиты / Ю.Н. Сазанов // Лесной журнал. – 2014. – № 5. – С. 153–167.

16. Реакции взаимодействия нитрата целлюлозы со спиртами / С.М. Романова [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 12. – С. 44–49.

17. Никитенко П. Хитозан – полимер будущего / П. Никитенко, Л. Хрустицкая // Наука и инновации. – 2013. – № 9 (127). – С. 14–17.

18. Кудрявцев П.Г. Нанокompозитные органоинеральные гибридные материалы / П.Г. Кудрявцев, О.Л. Фиговский // Инженерный Вестник Дона. – 2014. – Т. 29, № 2. – С. 1.

19. Современные композиционные материалы на основе полимерной матрицы / О.В. Ершова [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4–1. – С. 14–18.

20. Шавнищкова С.Ю., Вихарева И.М., Удалова Е.А. Применение микроволнового излучения в химии // Башкирский химический журнал. – 2010. – Т. 17, № 2. – С. 116–120.

21. Гидрофобные ионные жидкости в пластифицированных мембранах ионселективных электродов / Н.В. Шведеле [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2010. – Т. 65, № 8. – С. 880–884.

22. Карпунин И.И., Кузьмин В.В., Балабанова Т.Ф. Классификация биологически разлагаемых полимеров // Наука и техника. – 2015. – № 5. – С. 53–59.

23. Богатова И.Б. Получение биосинтетических полимерных упаковочных материалов – решение проблемы полимерного мусора // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2015. – № 1(23). – С. 95–100.

24. Синтез новых полимеров на основе нитрата целлюлозы / С.Я. Романова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2014. – № 4. – С. 51–57.

25. Способ получения гликолида из гликолевой кислоты с высокой степенью конверсии / О.В. Бабкина [и др.] // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 366. – С. 194–196.

26. Биодegradуемые полимерные гидрогели на основе производных крахмала и ПВС / А.П. Фомина [и др.] // Успехи в химии и технологии. – 2011. – Т. 25, № 3 (119). – С. 83–87.