

**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 = 0,686

Пятилетний импакт-фактор  
РИНЦ = 0,349

№ 12 2018

Часть 2

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](http://www.rae.ru)

The electronic version takes places on a site [www.rae.ru](http://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 = 0,686.**

**Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,349.**

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](mailto:edition@rae.ru)

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

Подписано в печать 28.12.2018  
Дата выхода номера 28.01.2019

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

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 22,88  
Тираж 500 экз.  
Заказ МЖПиФИ 2018/12

© НИЦ «Академия Естествознания»

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки**

- ИОННАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ХРАНИЛИЩА ДЕЙТЕРИЯ  
*Лёгкий А.Д., Злобин В.Н., Сорокин А.М.* ..... 189
- ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ  
 ЖИДКОСТЕЙ В МИКРОТРЕЩИННЫХ КАНАЛАХ  
*Мамедова М.А.* ..... 195
- МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНО ОБОСОБЛЕННОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
 С УЧЕТОМ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  
*Хамитов Р.Н., Ковалев В.З., Архипова О.В., Есин С.С.* ..... 200

**Физико-математические науки**

- ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СПОНТАННОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ  
 НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ПРИМЕСЕЙ  
 3D-ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ КРИСТАЛЛЕ  
*Окулов В.И., Говоркова Т.Е.* ..... 205
- К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ПЕРЕХОДА В ФАЗУ КВАНТОВОГО ЭФФЕКТА ХОЛЛА  
*Савельев А.П., Арапов Ю.Г., Гудина С.В., Шелушинина Н.Г., Якунин М.В.* ..... 209

**Химические науки**

- КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СУЛЬФАТОВ БИВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ  
 С АЗОТСОДЕРЖАЩИМ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМ ЛИГАНДОМ  
*Малабаева А.М., Шыйтыева Н., Бердалиева Ж., Аламанова Э.А.* ..... 214
- ИММАНЕНТНЫЕ СВОЙСТВА АММИАЧНО-АММОНИЙНЫХ  
 ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АММИАКатов МЕДИ  
*Петрутов А.А., Петровский А.М., Чубенко М.Н., Ким П.П., Калачев Н.А., Литова Т.В.* ..... 219

**Медицинские науки**

- ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ  
 И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕНИЯ  
 РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ  
*Айбашиев М.Н., Байызбекова Д.А., Касымова Р.О., Кененбаева Р.М.* ..... 225
- ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТОМАТОЛОГИИ  
 НА ПРИМЕРЕ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ  
*Алымбаев Р.С.* ..... 230
- ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА  
 С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ  
 ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
*Джунусова Г.С., Сатаева Н.У., Садыкова Г.С.* ..... 235
- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОПЕРАбельНОСТИ  
 ПРИ ОДНОВРЕМЕННЫХ ДВУСТОРОННИХ РЕЗЕКЦИЯХ ЛЕГКИХ  
 ПО ПОВОДУ ДВУСТОРОННЕГО ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ  
*Котова Т.Г.* ..... 240

ЦИТОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ «АЗОКСИМЕРА БРОМИДА» В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО ПАРОДОНТИТА	
<i>Майборода Ю.Н., Хорев О.Ю., Безроднова С.М., Белая Е.А.</i> .....	246
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАЗИ «ЛЕВОМЕКОЛЬ» И 10% АНТИСЕПТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «ПОВИДОН-ЙОД» В ЛЕЧЕНИИ ОСТРОГО ГНОЙНОГО ВОСПАЛЕНИЯ МЯГКИХ ТКАНЕЙ В ПЕРИОД АДАПТАЦИИ К ВЫСОКОГОРЬЮ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ	
<i>Ниязов Б.С., Абдылдаев Н.К., Уметалиев Ю.К., Эралиев Б.А., Акматов Т.А., Сабитов А.А.</i> .....	251
СЕРОЛОГИЧЕСКИЙ И МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ШИРОТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА Е В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)	
<i>Семенов С.И., Степанов К.М., Кузин С.Н., Писарева М.М., Комиссаров А.Б., Фадеев А.В., Егорова А.А.</i> .....	256

### **Биологические науки**

СТРУКТУРА ГЕНА АНТОЦИАНИДИНСИНТАЗЫ У РЖИ	
<i>Андреева Е.А., Лыхолой А.Н., Зыкин П.А., Войлоков А.В.</i> .....	261
КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЁР ЛАЧА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ) И ГОЛОДНАЯ ГУБА (НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)	
<i>Имант Е.Н., Новосёлов А.П.</i> .....	266
ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ЧИСЛЕННОСТЬ ТЕТЕРЕВИНЫХ ПТИЦ ЯКУТИИ	
<i>Исаев А.П.</i> .....	272

### **Сельскохозяйственные науки**

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ	
<i>Гаврилова О.И., Прокопюк В.М.</i> .....	277
ЛИШАЙНИКИ И КАЛИЦИОИДНЫЕ ГРИБЫ ПРИУСАДЕБНЫХ ПАРКОВ БЫВШИХ УСАДЕБ ВОРОТЬШИНО И ЗАСИЖЬЕ (ЯРЦЕВСКИЙ РАЙОН, СМОЛЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	
<i>Гагарина Л.В., Чесноков С.В., Конорева Л.А., Степанчикова И.С., Яцына А.П., Тарасова В.Н.</i> .....	282
МЕЛИОРАТИВНАЯ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ КАЗАХСТАНСКОГО ПРИАРАЛЬЯ	
<i>Жумадилова Ж.Ш., Идрисова Д.Т., Абдиева К.М., Таутенов И.А., Тодерич К.Н.</i> .....	287
ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
<i>Пономарева С.В.</i> .....	293
ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ КН-2 (АКПИНОЛ-АЛЬФА) НА УРОЖАЙ И САХАРИСТОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	
<i>Тайчибеков А.У., Ержанов К.Б., Абдраков Б.К., Бейсембаев М.К., Ералиев С.С.</i> .....	298

### **Экономические науки**

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ ТРАНСНАЦИОНАЛЬНОЙ КОРПОРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «РОБЕРТ БОШ»)	
<i>Исаева М.П.</i> .....	303

**Педагогические науки**

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПРИКЛАДНОГО БАКАЛАВРИАТА  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»  
В ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ДУБНА»

*Каманина И.З., Каплина С.П.* ..... 309

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНСТИТУТА МАГИСТРАТУРЫ  
В РЕГИОНАЛЬНЫХ ВУЗАХ

*Хачев М.М., Теммоева С.А.* ..... 314

**Психологические науки**

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МЕТОДИК  
ДЛЯ ОЦЕНКИ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ У ДЕТЕЙ

*Глебова Е.В., Касаткин В.Н., Лихоманова Е.Н., Павлов А.Е.* ..... 319

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННОГО  
СТАНОВЛЕНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ

*Серебрякова Т.А., Бурханова А.А., Казакова О.М.* ..... 326

**Политические науки**

ТЕНДЕНЦИИ ЭТНОПОЛИТИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*Фадеева И.А.* ..... 330

**Философские науки**

ГЕНДЕРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ГЕНДЕРНАЯ ПОЛИТИКА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Осмонова Д.А.* ..... 335

**Научный обзор****Медицинские науки**

ПРОБЛЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ  
И ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ

*Воронина Л.П., Поздняков С.А., Балагур Л.А., Кеслер К.Э.* ..... 340

НЕЙРОПРОТЕКТОРНАЯ РОЛЬ HYDROGEN PEROXIDE

*Рева И.В., Ямамото Т., Гульков А.Н., Язутано Такафуджи, Балдаев С.Н.,  
Пикула К.С., Индык М.В., Лемешко Т.Н., Вершинина С.С., Багрянцев В.Н., Рева Г.В.* ..... 346

---

**CONTENTS**
**Technical sciences**

ION IMPLANTATION IN CREATING STORAGE DEUTERIUM	
<i>Legkiy A.D., Zlobin V.N., Sorokin A.M.</i> .....	189
RESEARCH OF THE HYDRODYNAMIC PECULIARITIES OF FLUID MOTIONS IN THE MICRO-CRACKED CHANNELS	
<i>Mammadova M.A.</i> .....	195
MODEL OF A REGIONALLY ISOLATED ELECTROTECHNICAL COMPLEX WITH REGARD TO ELECTRIC LOAD SCHEDULES OF CONSUMERS	
<i>Khamitov R.N., Kovalev V.Z., Arkhipova O.V., Esin S.S.</i> .....	200

**Physical and mathematical sciences**

FUNDAMENTAL MANIFESTATIONS OF SPONTANEOUS MAGNETIZATION OF LOWLY-CONCENTRATED 3D-ELEMENT IMPURITY ELECTRON SYSTEMS IN SEMICONDUCTING CRYSTAL	
<i>Okulov V.I., Govorkova T.E.</i> .....	205
ON THE NATURE OF TRANSITION TO THE QUANTUM HALL EFFECT	
<i>Savelev A.P., Arapov Yu.G., Gudina S.V., Shelushinina N.G., Yakunin M.V.</i> .....	209

**Chemical sciences**

COORDINATION COMPOUNDS OF SULPHATES OF BIVALENT METALS WITH NITROGEN-CONTAINING HETEROCYCLIC LIGAND	
<i>Malabaeva A.M., Shyytyeva N., Berdalieva Zh., Alamanova E.A.</i> .....	214
IMMUNENTAL PROPERTIES OF AMMONIUM-AMMONIUM AQUEOUS SOLUTIONS OF AMMONIACATE COPPER	
<i>Peretrutov A.A., Petrovskiy A.M., Chubenko M.N., Kim P.P., Kalachev N.A., Litova T.V.</i> .....	219

**Medical sciences**

EPIDEMIOLOGIC ANALYSIS OF THE PREVALENCE AND INCIDENCE OF GENITOURINARY DISEASES IN THE POPULATION OF REPRODUCTIVE AGE OF THE KYRGYZ REPUBLIC	
<i>Aybashov M.N., Bayzbekeva D.A., Kasymova R.O., Kenenbaeva R.M.</i> .....	225
HEALTH-SAVING TECHNOLOGIES IN DENTISTRY ON THE EXAMPLE OF DENTAL IMPLANTS	
<i>Alymbaev R.S.</i> .....	230
ASSESSMENT OF ADAPTIVE CAPACITY, TAKING INTO ACCOUNT INDIVIDUAL AND TYPOLOGICAL FEATURES OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM	
<i>Dzhunusova G.S., Sataeva N.U., Sadykova G.S.</i> .....	235
FUNCTIONAL OPERABILITY IN SIMULTANEOUS BILATERAL LUNG RESECTION FOR BILATERAL PULMONARY TUBERCULOSIS	
<i>Kotova T.G.</i> .....	240
CYTOCHEMICAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF «AZOXIMER BROMIDI» IN COMPLEX TREATMENT OF CHRONIC PERIODONTITIS	
<i>Mayboroda Yu.N., Khorev O.Yu., Bezrodnova S.M., Belaya E.A.</i> .....	246

EFFICACY OF COMBINED APPLICATION OF «LEVOMEKOL» OINTMENT AND 10% POVIDONE IODINE (BETADINE) ANTISEPTIC MEDICINE IN THE TREATMENT OF ACUTE SUPPURATIVE INFLAMMATION OF SOFT TISSUES DURING THE COURSE OF HIGH MOUNTAINS ADAPTATION BASED ON EXPERIMENT <i>Niyazov B.S., Abdylдаev N.K., Umetaliev Yu.K., Eraliev B.A., Akmatov T.A., Sabitov A.A.</i> .....	251
SEROLOGICAL AND MOLECULAR-BIOLOGICAL MONITORING OF THE WIDTH OF DISTRIBUTION OF VIRAL HEPATITIS E IN SAKHA REPUBLIC (YAKUTIA) <i>Semenov S.I., Stepanov K.M., Kuzin S.N., Pisareva M.M., Komissarov A.B., Fadeev A.V., Egorova A.A.</i> .....	256
<b>Biological sciences</b>	
STRUCTURE OF ANTHOCYANIDIN SYNTHASE GENE IN RYE <i>Andreeva E.A., Lykholay A.N., Zykin P.A., Voylokov A.V.</i> .....	261
QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ZOOPLANKTON'S INDICATORS OF LAKE LACHA (ARKHANGELSK REGION) AND GOLODNAYA BAY LAKE (NENETS AUTONOMOUS OKRUG) <i>Imant E.N., Novoselov A.P.</i> .....	266
THE IMPACT OF HUMAN ECONOMIC ACTIVITY TO THE NUMBER OF GROUSE BIRDS IN YAKUTIA <i>Isaev A.P.</i> .....	272
<b>Agricultural sciences</b>	
BIOTECHNOLOGICAL DEGRADATION OF WOOD WASTES <i>Gavrilova O.I., Prokopyuk V.M.</i> .....	277
THE LICHENS AND CALICIOID FUNGI OF FORMER MANOR PARKS VOROTYSHINO AND ZASIZHIE (YARTSEVO DISTRICT, SMOLENSK REGION) <i>Gagarina L.V., Chesnokov S.V., Konoreva L.A., Stepanchikova I.S., Yatsyna A.P., Tarasova V.N.</i> .....	282
MELIORATIVE AND STEM VALUE OF PERENNIAL GRASSES ON THE SALINE SOILS OF THE KAZAKHSTAN PRIARALIYA <i>Zhumadilova Zh.Sh., Idrisova D.T., Abdieva K.M., Tautenov I.A., Toderich K.N.</i> .....	287
ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY, ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF PEAS GENOTYPES IN THE CONDITIONS OF NIZHNY NOVGOROD REGION <i>Ponomareva S.V.</i> .....	293
EFFICIENCY OF PLANT GROWTH STIMULATOR KN-2 (AKPINOL-ALPHA) ON THE CROP AND SUGARITY OF SUGAR BEET <i>Taychibekov A.U., Erzhanov K.B., Abdakov B.K., Beysembaev M.K., Eraliev S.S.</i> .....	298
<b>Economical sciences</b>	
RESEARCH OF ORGANIZATIONAL CULTURE OF TRANSNATIONAL CORPORATION (ON THE EXAMPLE OF ROBERT BOSH LLC) <i>Isaeva M.P.</i> .....	303
<b>Pedagogical sciences</b>	
THE EXPERIENCE OF CREATING APPLIED BACCALAUREATE ON THE SPECIALTY «ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT» AT THE DUBNA STATE UNIVERSITY <i>Kamanina I.Z., Kaplina S.P.</i> .....	309

---

 PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE INSTITUTE OF MASTERS  
 IN REGIONAL UNIVERSITIES

*Khachev M.M., Temmoeva S.A.* ..... 314

**Psychological sciences**

 PRELIMINARY RESULTS OF NORMALIZATION OF A COMPLEX OF METHODS  
 FOR COGNITIVE SPHERE ASSESSMENT IN CHILDREN

*Glebova E.V., Kasatkin V.N., Likhomanova E.N., Pavlov A.E.* ..... 319

 GENDER FEATURES OF SPIRITUAL AND MORAL FORMATION  
 OF PRESCHOOL CHILDREN

*Serebryakova T.A., Burkhanova A.A., Kazakova O.M.* ..... 326

**Political sciences**

## TRENDS OF ETHNOPOLITICAL INTEGRATION IN THE EUROPEAN SPACE

*Fadeeva I.A.* ..... 330

**Philosophical sciences**

## GENDER RELATIONS AND GENDER POLICY IN THE KYRGYZ REPUBLIC

*Osmonova D.A.* ..... 335

**Scientific review**
**Medical sciences**

## THE PHARMACEUTICAL WASTE AND THE APPROACHES TO CLASSIFICATION

*Voronina L.P., Pozdnyakov S.A., Balagur L.A., Kesler K.E.* ..... 340

## NEUROPROTECTIVE ROLE OF HYDROGEN PEROXIDE

*Reva I.V., Yamamoto T., Gulkov A.N., Yasutane Takafyji, Baldaev S.N., Pikula K.S.,  
 Indyk M.V., Lemeshko T.N., Vershinina S.S., Bagryantsev V.N., Reva G.V.* ..... 346

УДК 621.793:620

**ИОННАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ХРАНИЛИЩА ДЕЙТЕРИЯ****Лёгкий А.Д., Злобин В.Н., Сорокин А.М.***Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного  
технического университета, Волгоград, e-mail: aist@vgasu.ru*

Рассмотрено получение хранилища дейтерия на спеченных пористых титановых образцах. Рассчитана глубина проникновения ионов дейтерия в поверхность пористого титана, за счет увеличения сопротивления образцов. Показано увеличение сопротивления образцов за счет образования на поверхности диэлектрического слоя дейтерид титана. Найдено, что глубина проникновения ионов дейтерия в поверхность образцов значительно больше по сравнению с классическими представлениями о процессе легирования. Конструкция установки ионного легирования содержит вакуумную рабочую камеру, с рабочим столом для размещения образцов. Ионный пучок поступает из ионного источника в скрещенных электрических и магнитных полях типа Пеннинга. Рабочим газом ионного источника служит дейтерий. Газовое питание ионного источника происходит через специальный штуцер в конструкции ионного источника, соединенный с баллоном дейтерия через специальный накататель. Рабочая камера откачивается высоковакуумным агрегатом, к которому присоединён на выходе форвакуумный насос. Электрическое питание установки ионной имплантации осуществляется от трех источников питания. Источник питания с напряжением до 5 кВ и током до 100 мА питает газовый разряд источника. Блок питания на 10 кВ питает отрицательным потенциалом мишень, и выходящие из отверстия в катоде ионного источника ионы дейтерия ускоряются на рабочий стол третьим блоком питания до 40 кВ и до 10 мА. Схема приведена на рисунке.

**Ключевые слова:** ионная установка, дейтерий, легирование, глубина проникновения ионов, блок питания

**ION IMPLANTATION IN CREATING STORAGE DEUTERIUM****Legkiy A.D., Zlobin V.N., Sorokin A.M.***Institute of Architecture and Construction of Volgograd State Technical University,  
Volgograd, e-mail: aist@vgasu.ru*

The acquisition of deuterium storage on sintered porous titanium samples was considered. The depth of penetration of ions on the surface of porous titanium is calculated by increasing the resistance of the samples. An increased number of samples was shown due to the formation of a titanium deuteride dielectric layer on the surface. Found that the depth of penetration in other areas. The design of the ion doping unit contains a vacuum working chamber, with a working table for placing the samples. The ion beam comes from the main source in crossed Penning-type electric and magnetic fields. The working gas of the ion source is deuterium. Gas supply of the ion source occurs through a special fitting in the design of the ion source, connected to a deuterium balloon through a special leak. The working chamber is pumped out by a high-vacuum unit to which the foreline pump is connected at the outlet. Electric power supply of ion implantation is carried out from three power sources. A power source with a voltage of up to 5 kV and a current of up to 100 mA feeds the gas discharge of the source. A 10 kV power supply feeds negative potentials, up to 40 kV and up to 10 mA. The scheme is shown in the figure.

**Keywords:** ion installation, deuterium, doping, ion penetration depth, power supply

Хранилища дейтерия широко используются в физических экспериментах, а также в некоторых устройствах. Известно использование образцов из пористого титана для получения хранилищ дейтерия [1].

Образцы помещались в установку ионного легирования на рабочий стол, который обрабатывался ионами дейтерия из ионного источника Пеннинга. Образцы имели длину 10 мм и диаметр 7 мм. Сопротивление нелегированных образцов составляло 2,2 Ом, после ионного легирования сопротивление возрастало до 2,4 Ом, в связи с образованием диэлектрического слоя дейтерид титана.

Цель исследования: рассчитать глубину проникновения ионов дейтерия на выходе из ионного источника и сравнить ее с классическими расчетами по теории пробега. В результате экспериментов получены данные о пробега ионов в пористых материалах.

Ионная имплантация относится к нанотехнологиям. Это способ введения атомов примесей в поверхностный слой вещества путем бомбардировки её поверхности пучком ионов с высокой энергией (10–40 КэВ) [1].

В выполненной работе почти каждый химический элемент возможно нанести на поверхность практически каждого твердого тела, помещенного в вакууморазрядную камеру при бомбардировке высокоскоростными ионами. Схема воздействия ионной имплантации на поверхность представлена на рис. 1.

Ионы внедряются в твердое тело на глубину от 0,01 до 1 мкм, затрачивая энергию, в процессе соударения с основными атомами твердого тела [2].

Предложенная экспериментальная модель для реализации данного процесса, состоящая из вакууморазрядной

камеры, в которой располагается ионный источник, электроблоком-регулятором, и самой детали, на поверхности которой будет производиться обработка. К вакууморазрядной камере подведен вакуумный насос, устройство расхолаживания для ионного источника и данных насосов, а также устройство впрыска плазмообразующего газа.

В основе работы и устройства ионного источника предлагается действие электрического разряда в пересекающихся электрическом и магнитном полях в паре самого легируемого элемента и плазмообразующего газа. Заменяя в ионном источнике образец (центральную сменную часть), на выходе создаются ионы необходимого легирующего элемента [3].

Предложенное устройство работает следующим образом. В рабочую камеру помещают носитель, обрабатываемой поверхностью к ионному источнику. Откачивается камера и подается плазмообразующий газ. Затем включается электропитание на ионный источник и с помощью блока управления устанавливается необходимый режим обработки поверхности.

В случае использования в качестве плазмообразующего газа азота в приповерхностном слое образуются нитриды внедряемых элементов, кислорода – оксиды. Если в рабочей камере присутствуют другие элементы, с поверхностей которых могут выбиваться атомы и ионы, то они могут также дополнительно внедряться в поверхность детали вместе с ионами от источника. Если это кремний, то образуются силициды, если бор – бориды, если углерод – карбиды. В общем случае могут образовываться самые разнообразные соединения.

Описанный способ относится к высокотехнологическим процессам и обладает рядом преимуществ.

Существуют довольно обширные результаты по изменению свойств поверхностей за счет ионизационной радиации. Во многих случаях была обнаружена повышенная каталитическая активность, связываемая с радиационным повреждением кристаллической решетки экспериментального образца.

При бомбардировке поверхностей ионами платины и золота получают катализаторы, превосходящие по свойствам не только неимплантированные материалы, но и сплошные образцы из имплантируемого материала, несмотря на то, что концентрация ионов в материале достигает лишь нескольких процентов.

При этом открываются перспективы получения каталитически активных сплавов, которые не могут быть созданы обычными способами.

Ионная имплантация осуществляется в установке, которая содержит следующие основные элементы: вакууморазрядную камеру, ионный источник, устройство вакуумного разряда и газового питания, блок питания регулирования и защиты [4].

Вакууморазрядная камера представляет собой сварной вертикальный цилиндрический аппарат со съемной крышкой с внутренним диаметром 1135 мм и высотой 680 мм. Крышка крепится на корпусе с помощью откидных болтов. В крышке варены два штуцера: один – для источника ионов, а второй – для смотрового стекла. Вакууморазрядная камера устанавливается на опорах. В ее корпусе варены штуцеры: один – диаметром 500 мм для подключения системы вакуумной откачки и три – диаметром по 400 мм для различных вариантов установки источников ионов и загрузки обрабатываемых деталей. В днище варен штуцер для подачи в камеру кабеля высокого напряжения.

На рис. 2 представлена экспериментальная модель ионной имплантации.

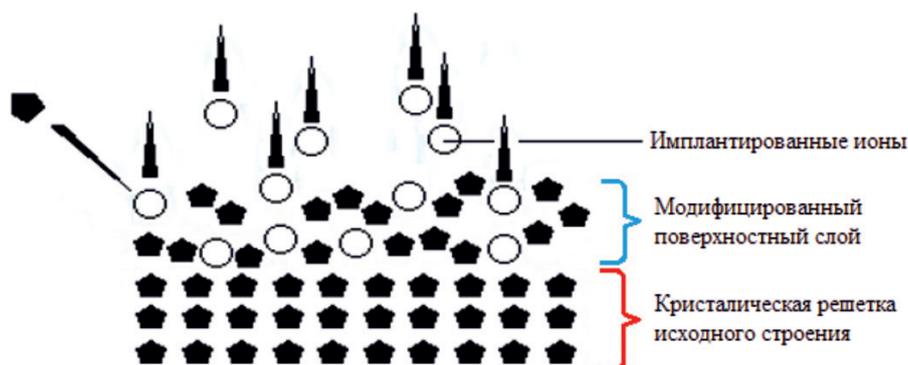


Рис. 1. Воздействие имплантированных ионов на кристаллическую решетку вещества

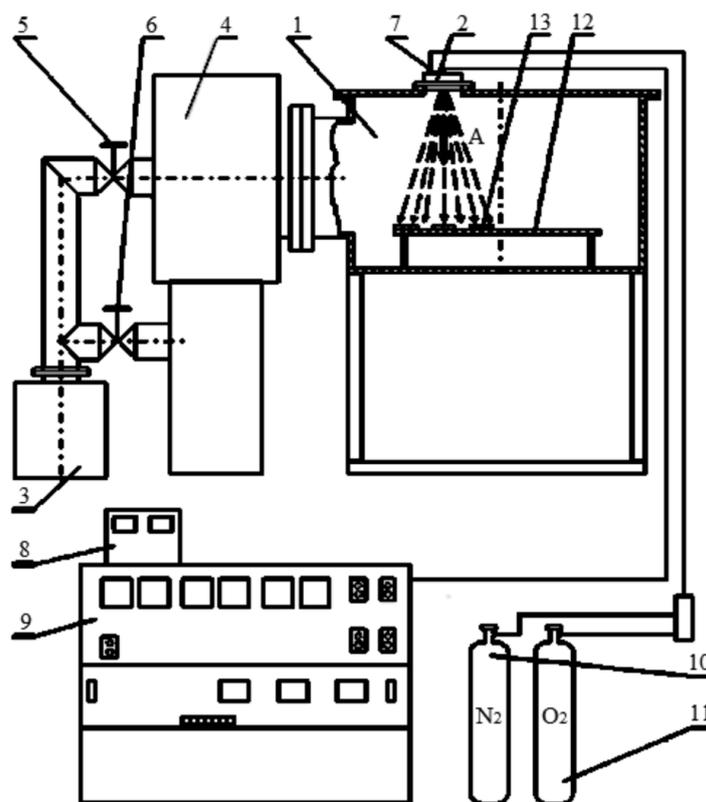


Рис. 2. Схема экспериментальной модели ионной имплантации: 1 – вакууморазрядная камера; 2 – ионный источник; 3 – форвакуумный компрессор; 4 – вакуумная установка пониженного давления; 5 – дренаж для предварительной откачки; 6 – дренаж основной откачки; 7 – натекатель; 8 – манометр для измерения вакуума; 9 – блок питания регулирования и защиты; 10 – баллон с азотом; 11 – баллон с кислородом; 12 – подставка; 13 – экспериментальный образец

Установка снабжена устройством вакуумного разрежения, которая содержит форвакуумный насос ВН-7, вакуумную установку пониженного давления ВА-8-4Пр и высоковольтный выпрямитель ВИП-2-50-60. Трубопроводы с давлением ниже атмосферного подсоединены с форвакуумным компрессором к вакуумной установке пониженного давления, регулируемые с помощью вентилях типа Ду-80. На крышке и боковой поверхности в вакуумной камере может располагаться несколько источников ионов.

Данная установка реализована следующим образом. После того, как загружена деталь в вакууморазрядную камеру, происходит ее герметизация и вакуумация. Затем происходит подача рабочего газа и начинает работать ионный источник, из которого данные полученные ионы наносятся на поверхность экспериментального образца, располагаемого в самой камере. Для работы предложенного ионного источника взят принцип разряда электрического тока в пе-

ресекающихся электрическом и магнитном полях в паре легируемого элемента и плазмообразующего газа [5].

При корпускулярном легировании каждый элемент возможно внедрить на поверхность образца, помещенного в вакууморазрядную камеру, с помощью высокоскоростного пучка ионов, имеющего энергию до нескольких мегаэлектронвольт. После чего ионы проникают в материал на глубину от 0,01 до 1 мкм, затрачивая энергию в результате соударения с основными атомами образца, располагаемыми на поверхности. Распределение примесей, находящихся на глубине для большинства материалов, на которых будет происходить бомбардировка ионами, можно рассчитать с помощью достаточно обоснованных теоретических предположений. Для малой D ионов профиль концентрации примеси по глубине описывается гауссовским распределением с центром, расположенным на глубине среднего пробега. При высоких

плотностях появляется сильное распыление и вызываемая ионным пучком миграция атомов, которые значительно изменяют или ограничивают максимальное проникновение бомбардирующими ионами, а также их концентрацию.

При достаточно продолжительном эксперименте бомбардируемые ионы передают значительное количество энергии атомам, находящимся на поверхности экспериментального образца, вызывая их перемещение. Вероятно то, что некоторые атомы могут удалиться с поверхности мишени в результате столкновений, особенно внедрении тяжелых ионов.

40–100 кэВ толщина имплантированного слоя обычно не превосходит 0,1 мкм.

Принципиальная схема для ионного источника является двухкомпонентной, один компонент которой является кольцевым, где выделяются выхлопные газовые ионы, а также вторым компонентом является продольная, где помимо основной ионизации происходит создание ионизирующей нейтрали рабочего вещества из образца, выходящая из данного вещества при помощи действия катодного нанесения газовыми ионами. Данная принципиальная схема ионного источника представлена на рис. 3.

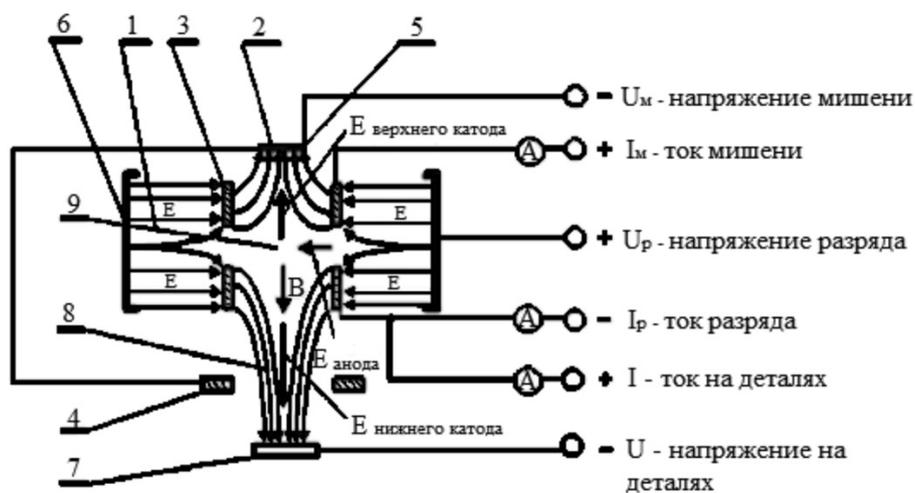


Рис. 3. Принципиальная схема, ионного источника: 1 – межэлектродное пространство для кольцевого разряда; 2 – ускоряющее поле образца; 3 – анод пространственного разряда Пеннинга и катод кольцевого разрядного пространства; 4 – нижний катод пространственного разряда Пеннинга; 5 – распиливаемый источник; 6 – анод кольцевого разрядного пространства; 7 – экспериментальный образец; 8 – ускоряющее поле для испытываемой детали; 9 – плазменное пространство

В данных условиях заключительное равновесие достигается между количеством атомов, удаляемых распылением и количеством атомов, восполняемых корпускулярным легированием. В этих условиях распределение атомов имеет максимум у поверхности и падает с увеличением глубины.

С помощью данного легирования изменения затронут все физические свойства поверхности за счет всех заключенных в нем процессов: ионной имплантации, вакуумного нанесения, химического осадка из пара, ионное бомбардирование покрытия, ультрафиолетовое и рентгеновское излучение.

Итог ионной имплантации: образующийся поверхностный слой сплава с изменившимся составом не обладает четким разделом поверхности, характерной для осажденного слоя. При энергии имплантации

Подводя ток на электроды 6, 3, 5 (рис. 3) в ионном источнике на межэлектродное пространство, возникает тлеющий разряд. При создании давления газа ниже 0,066 Па ( $5 \cdot 10^{-4}$  мм рт.ст.) устанавливается высоковольтный горение разряда. В плазмобразующем газе, ионы, например, азотом, ускоренные электрическим полем, переносятся к катоду 3. Часть из них проходит через кольцевое разрядное пространство и попадает под воздействие электростатического поля 2 и 8. После чего ионы, распиливаемый источник 5, упруго соударяются с атомами экспериментального образца. Возникает ядерное торможение, из-за чего данная кинетическая энергия ионов переходит атомам образца, вследствие чего происходит катодное распыление мишени. Характерно для ядерного торможения то, что при невысоких энергиях внедряемых

ионов в пределах 7...10 кВ [6]. Выделяемые газы ионов для нейтральных атомов металла переходят в плазменное пространство 9 и ионизируются электронами. Чтобы улучшить данный процесс, плазма располагается в магнитном поле, направленном параллельно оси источника [6]. На движущийся электрон, который находится в магнитном поле, возникает сила образованная правой тройкой векторов с направленным движением, а также вектором магнитной индукции. В результате сложения данных сил электрон будет двигаться по спирали вдоль силовых линий магнитного поля.

Одним из свойств многозарядного иона является то, что возникшая энергия на порядок больше, чем у однозарядного, из-за чего увеличивается глубина его бомбардировки. Однако стоит не забывать о том, что взаимодействие многозарядного иона становится сильнее с электронной оболочкой, а также самим ядром атома, возрастают при этом его химические и физические особенности в поверхности экспериментального образца [7].

Новшеством представленной установки ионной имплантации, управляемой напряжением выше 10...15 кВ, является наличие тормозного рентгеновского излучения, непосредственно возникающего внутри вакууморазрядной камеры.

*Расчет*

Рассчитана глубина проникновения ионов дейтерия в поверхность пористого титана, за счет увеличения сопротивления образцов, результаты представлено в таблице.

$R_1 = \rho \frac{l}{S_1} = 2,4$	$R_2 = \rho \frac{l}{S_2} = 2,2$
$S_1 = \pi r_1^2$	$S_2 = \pi r_2^2$
$R_1 = \rho \frac{l}{\pi r_1^2}$	$R_2 = \rho \frac{l}{\pi r_2^2}$
$r_1^2 = \frac{\rho l}{2,4\pi}$	$r_2^2 = \frac{\rho l}{2,2\pi}$
$r_1 = \sqrt{\frac{\rho l}{2,4\pi}}$	$r_2 = \sqrt{\frac{\rho l}{2,2\pi}}$
$r_1 = \sqrt{\frac{\rho \cdot 10}{2,4 \cdot 3,14}}$	$r_2 = \sqrt{\frac{\rho \cdot 10}{2,2 \cdot 3,14}}$
$r_1 = \sqrt{1,33 \cdot \rho}$	$r_2 = \sqrt{1,45 \cdot \rho}$
$r_1 = 1,15\sqrt{\rho}$	$r_2 = 1,2\sqrt{\rho}$

$$d = \frac{r_1}{r_2} = \frac{1,15\sqrt{\rho}}{1,2\sqrt{\rho}} = 0,96 ;$$

$$r_1 = 3,48;$$

$$r_2 = 3,36;$$

$$D = r_1 - r_2 = 0,12 \text{ мм} = 120 \text{ мкм} = 120000 \text{ \AA};$$

Если  $3A = 1 \text{ атм. сл.}$ , то

$$D = 400000 \text{ атм. сл.}$$

где

$R_1$  Сопротивление образцов, до и после легирования, равная 2,2 и 2,4 Ом,

$S_1$  Внутренняя и наружная площадь поверхности образца, мм<sup>2</sup>

$r_1$  Внутренний и внешний радиус образца, мм,

$\rho$  Плотность образца,

$l$  Длина образца, равная 10 мм,

$\pi$  Число Пи,

$D$  толщина стенки образца, мм.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Предлагается новый метод экспериментального исследования пробегов ионов в образцах. Из полученного значения глубины проникновения ионов дейтерия титана возможно заключить, что глубина проникновения ионов дейтерия в поверхности образцов значительно возрастает по сравнению с классическими представлениями легирования.

Полученное значение глубины проникновения ионов дейтерия в 40000 атм. сл. значительно превышает глубины проникновения, рассчитанные по классическим представлениям процессов ионного легирования, которое составляет порядка 1000 А. Расчеты показывают то, что на выходе из источника выходят многозарядные ионы.

**Заключение**

Полученное значение глубины проникновения ионов дейтерия объясняется тем, что в обрабатываемых образцах структура спеченного титана приводит к каналированию ионных пучков. Благодаря каналированию пробег ионных пучков возрастает в 120 раз, по сравнению с классическими расчетами по теории пробега. Кроме этого, больший пробег ионов в образце связан с многозарядностью образованных ионов.

**Список литературы**

1. Злобин В.Н., Васильев И.П. Нанесение каталитических покрытий способом ионной имплантации в двигателестроении. Волгоград, Луганск, 2018. 210 с.

2. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Каталитическая химия. Часть 1. Основы катализа. МГУ, конспект лекций по спецкурсу для студентов IV курса химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2014. 112 с.
3. Пархоменко В.Д., Каташинский А.С., Сердюк Г.Н., Болелький С.Н., Пархоменко Н.В., Цыбулев П.Н. Синтез катализаторов  $\text{LaMnO}_3$ ,  $\text{LaFeO}_3$ ,  $\text{LaCoO}_3$  со структурой пероксида типа  $\text{ABO}_3$  и их активность в реакциях окисления  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  и селективного восстановления  $\text{NO}$  // Эко-технологии и ресурсосбережение. 2000. № 6. С. 9–14.
4. Воскоян П.С. Влияние природы носителя на каталитическую активность палладиевого катализатора синтеза винилацетата газофазным ацетоксилированием этилена // Катализ в промышленности. 2012. № 4. С. 33–41.
5. Кулакова И.И., Лисичкин Г.В. Каталитическая химия. Часть 1. Основы катализа: конспект лекций по спецкурсу для студентов IV курса химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2014. 112 с.
6. Сокольский Д.В., Попова Н.М., Заботин П.И., Лядокова Г.М., Бурмистров С.В., Пичугов Ю.В., Балмагамбетов С.А. Влияние состава палладий-оксихромового катализатора на нихроме на активность в реакции окисления окиси углерода // Каталитическая очистка отходящих газов химических производств и автотранспорта. Алма-Ата: ИОКЭ АН КазССР, 1973. С. 176–198.
7. Васильев И.П., Ключ О.В. Внутрицилиндровый катализ в дизелях. Калининград: КГТУ, 2008. 133 с.

УДК 622:532.11

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ В МИКРОТРЕЩИННЫХ КАНАЛАХ

Мамедова М.А.

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,  
Баку, e-mail: mamedova-1944@mail.ru*

Разработаны основы механики жидкостей в микротрещинах и их применение при разработке нефтяных месторождений трещиноватых пород: при движении жидкости в щели с раскрытостью  $h < h_{кр}$  в системе «микротрещина – жидкость» проявляются неньютоновские свойства, для вязкой жидкости, и для аномальной жидкости усиливаются реологические свойства, а при  $h \geq h_{кр}$  указанные микротрещинные эффекты отсутствуют; полученный микротрещинный эффект для однородной жидкости, очищенной от воздуха или газа, является дополнительным сопротивлением подобно эффекту Жамена и может при течении двух- и трехфазных жидкостей в системах микротрещин более усилить влияние Жамена; установленные критические значения раскрытости трещины составляют для воды 35 и 30 мкм при температурах 293 и 303 К, вязкой и аномальной нефти при температуре 303 К соответственно 130 и 180 мкм. Впервые экспериментально было выявлено, что причиной проявления аномальных свойств вязких жидкостей, в частности воды, и усиление этих свойств для аномальных жидкостей в трещинах является новый микротрещинный эффект системы «микротрещина – жидкость». Для осуществления процесса разработки трещиноватых месторождений рекомендуется учесть выявленный микротрещинный эффект в системе «микротрещина – жидкость». В гидродинамике жидкостей для устранения влияния степени раскрытости трещин, т.е. эффекта «трещина – жидкость», целесообразно оказывать воздействие на систему «микротрещина – жидкость» мощными ультразвуковыми, гидродинамическими, акустическими и другими волнами, что требует изготовления специальных установок.

**Ключевые слова:** раскрытость, гидравлическое сопротивление, аномальная нефть, эффект «микротрещина – жидкость»

## RESEARCH OF THE HYDRODYNAMIC PECULIARITIES OF FLUID MOTIONS IN THE MICRO-CRACKED CHANNELS

Mammadova M.A.

*Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azerbaijan, e-mail: mamedova-1944@mail.ru*

The fluids mechanics foundations in the microcracks and their use during the oil fields development of the fractured rocks have been developed on the basis of the experimental investigations and theoretical generalizations of the Newtonian and non-Newtonian fluids motions in the micro-cracked channels: During fluid motion in the crack with opening  $h < h_{cr}$  in the «microcrack-fluid» system the non-Newtonian properties for the viscous fluid are manifested and rheological properties are increased for anomalous fluid but the mentioned microcracked effects are absent at  $h \geq h_{cr}$ ; The obtained micro-cracked effect for gas- or air-free homogeneous fluid is as the additional resistance being similar to Jamin effect and it can increase Jamin effect during two and three phase fluids flow in microcracks systems; The determined critical values of crack opening are 35 and 30  $\mu\text{m}$  for water at 293 and 303 K temperatures and they are 130 and 180  $\mu\text{m}$  for viscous and anomalous oil at 303 K respectively. Firstly it has experimentally been revealed that the reason of the anomalous properties manifestation of the viscous fluids, particularly water and these properties strengthening for anomalous fluids in the cracks is new micro-cracked effect of «microcrack-fluid». For realization of the fractured fields development process it is recommended taking into consideration the detected micro-cracked effect in «microcrack-fluid» system. In fluids hydrodynamics for elimination of the influence of the cracks opening degree, i.e. «crack-fluid» effect it is necessary to have effect on «microcrack-fluid» system by powerful ultrasound, hydrodynamic, acoustic and other waves which requires to make special settings.

**Keywords:** opening, hydraulic resistance, anomalous oil, «microcrack – fluid» effect

В настоящее время механические свойства жидкостей исследуются в трубах различного размера. Имеются исследования, в которых утверждается, что в трубах малых размеров сопротивление движению жидкости увеличивается по сравнению с расчетными формулами, и это явление объясняется различными качественными факторами.

В настоящее время накоплен значительный материал по изучению движения жидкостей в щелях, проведены многочисленные экспериментальные и теоретические исследования [1–3] и т.д. При этом нет единого мнения о проявлении ано-

мального поведения жидкостей в микротрещинах. Учитывая это положение в области механики жидкостей, нами были проведены эксперименты в специально разработанной установке с различными жидкостями: водой, вязкой и аномальной нефтью [4, 5]. Найденный в ходе проведенных исследований эффект «микротрещина – жидкость» будет учитываться в практике нефтедобычи при извлечении нефти из трещинных пластов и при увеличении коэффициента нефтеотдачи.

Раскрытость трещин характеризует коэффициент трещинной пористости и их

фильтрационные свойства. Уменьшение раскрытости трещин значительно ухудшает фильтрационные характеристики ПЗС, что приводит к снижению производительности скважин. Поэтому предварительное определение раскрытости трещин позволяет повысить эффективность воздействия на призабойную зону, а также избежать проведения необоснованных мероприятий.

Целью работы является исследование эффекта «микротрещина – жидкость» при движении жидкостей в трещинах с микронной раскрытостью и в низкопроницаемых пористых средах, и попытка использования эффекта в различных областях техники и технологии.

### Материалы и методы исследования

Ниже представлены результаты исследования влияния раскрытости трещин на реологические свойства ньютоновских и неньютоновских жидкостей при движении в плоскопараллельных и плоскорадиальных трещинах с микронной раскрытостью.

Сделано обобщение результатов экспериментальных исследований движения вязких жидкостей в плоскопараллельных и плоскорадиальных микротрещинах [4, 5].

Экспериментальные исследования проведены на установках с плоскопараллельными и плоскорадиальными трещинами с различной раскрытостью  $h$  [4, 5].

Конструкция плоскорадиальной трещинной модели представлена на рис. 1. Верхняя и нижняя границы являются плитами диаметром 168 мм (6 и 2), зажатыми между фланцами 1 и 7. Под действием перепада давления исследуемая жидкость через штуцер 4 поступает во втулку 5, герметизирующую резиновыми уплотнениями 3 кольцевую полость, затем в трещину между плитами и далее в систему для замера протекающей жидкости в штуцер 8.

Трещины заданной толщины были получены установкой между плитами несмачиваемых прокладок размерами  $5 \times 7$  мм, которые расположены в точках плоскорадиальной трещины с центральными углами  $120^\circ$ . Толщина прокладок выбиралась в зависимости от величины, требуемой толщины трещины. При этом погрешность определения величины раскрытости равна  $0,1$  мкм.

Для контроля деформации трещины использовался индикатор часового типа, причем в процессе эксперимента деформация отсутствовала.

С целью контроля распределения давления по длине по радиусу верхней плиты, кроме отверстия в центре, в контуре также были просверлены отверстия. Отметим, что длина трещины равна  $84$  мм.

Плоскопараллельная трещина, имитирующая трещиноватый коллектор, представляет собой две пластины толщиной  $4 \cdot 10^{-2}$  м, каждая из которых изготовлена из нержавеющей стали. Между плитами укладывается несмачиваемая прокладка, вырезанная так, что она, во-первых, служит для герметизирующей модели, а во-вторых, образует прямоугольную трещину размером  $0,3 \times 4 \cdot 10^{-2}$  м.

Экспериментальные исследования в плоскопараллельных и плоскорадиальных трещинах проводились на модели, находящейся в термованне при установленном режиме движения жидкости в изо-

термических условиях. Постоянство температуры поддерживалось ультратермостатом, снабженным контактным термометром, установленным непосредственно в термованне. Для исключения различных эффектов насыщения трещины исследуемой жидкостью производилось под небольшим давлением с одновременным вакуумированием.

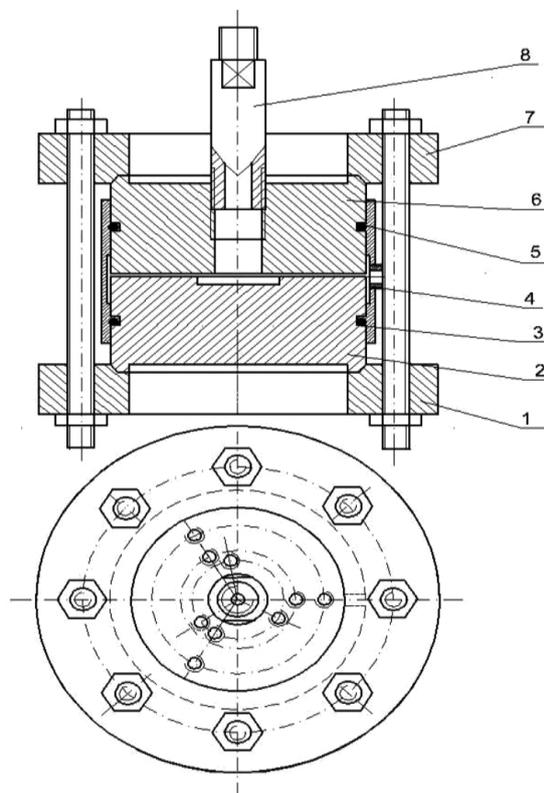


Рис. 1. Модель плоскорадиальной трещины

Исследованы особенности движения жидкости в микротрещине различной раскрытости, создавались различные перепады давления с использованием образцовых манометров с погрешностью  $\delta = (0,2 \div 0,35)\%$  и по достижению установившегося режима фильтрации замерялись соответствующие объемные расходы жидкости  $Q$ .

Массовый расход жидкости определялся на электронных весах с точностью  $0,001$  мг. При определении полной относительной погрешности для градиента скорости и предельного напряжения сдвига с толщиной трещины  $10 \div 240$  мкм составляют соответственно  $\gamma = (2 \div 3)\%$  и  $\tau = (0,2 \div 1,2)\%$ .

В качестве исследуемых жидкостей применялись вода, вязкая и аномальная нефть.

### Результаты исследования и их обсуждение

Проводились эксперименты по описанной выше методике при разных перепадах давления. По полученным данным строился график зависимости  $Q = Q(\Delta P)$ .

Обработка экспериментальных данных заключается в определении зависимости

между средним градиентом скорости  $\gamma$  и касательным напряжением сдвига  $\tau$ . Такое построение целесообразно с точки зрения выявления особенностей поведения исследуемых жидкостей в микротрещинах.

Зависимость между средней скоростью сдвига и напряжением сдвига на стенках трещины применительно к условиям радиального течения и имеет вид [6]:

$$v(\tau_w) = \frac{Q}{4\pi r h^2} = \frac{1}{\tau_w^2} \int_0^{\tau_w} \tau f(\tau) d\tau, \quad (1)$$

$$\gamma = \frac{Q}{4\pi r h^2}, \quad (2)$$

$$\tau_w = \frac{\Delta P h}{L}. \quad (3)$$

Известно, что расход жидкости в плоскопараллельной трещине записывается в следующем виде:

$$Q = \frac{F h^2 \Delta P}{12 \mu l}, \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{Q}{4\pi r h^2}, \quad (5)$$

$$\tau_w = \frac{\Delta P h}{l}, \quad (6)$$

где  $l$ ,  $h$  и  $F$  – соответственно длина, ширина, раскрытость и площадь поперечного сечения трещины.

Для сопоставительного анализа эти кривые были аппроксимированы моделью Шведова – Бингама и определены применения в данном диапазоне градиента скоростей значения предельного напряжения сдвига  $\tau_0$  и структурной вязкости  $\mu$ .

Экспериментальное исследование показывает, что предельное напряжение сдвига при движении различных сред в микротрещинах зависит от раскрытости трещины и свойства жидкостей.

По результатам экспериментальных исследований воды, вязкой и аномальной нефти в микротрещинах выявлен новый эффект – критическая раскрытость микротрещины  $h_{kp}$ , так называемый эффект «микротрещина – жидкость», без которого невозможно осуществить технологические расчеты для различных процессов промышленности, медицины и т.д.

Установлено, что при движении вязкой однопараметрической жидкости в каналах с раскрытостью меньше критической  $h < h_{kp}$ , вязкая жидкость ведет себя как аномальная, т.е. становится двухпараметрической, а при

движении в каналах  $h \geq h_{kp}$  жидкость становится однопараметрической. Для аномальных жидкостей в каналах  $h < h_{kp}$  реологические параметры жидкости усиливаются, а в каналах  $h \geq h_{kp}$  остаются без изменений.

Отмеченное приводит к тому, что в реальных трещиноватых пластах большая часть нефти, находящаяся в микротрещинах, либо вообще не течет при градиентах вытеснения разрабатываемого пласта, либо создает добавочное сопротивление фильтрации в пласте нефти. В конечном счете следствием этого является значительное увеличение количества остаточной нефти и естественно, уменьшение конечной нефтеотдачи пласта.

Определено критическое значение раскрытости трещин  $h_{kp}$ , т.е. установлено, что при  $h \geq h_{kp}$  при движении жидкостей влияние эффекта «микротрещина – жидкость» практически отсутствует. С установлением этих факторов создается новый раздел в механике жидкости, газа и плазмы «механика жидкости в микротрещинных каналах», который позволит создать новые технические и технологические процессы.

Опытные данные пересчитанного по формулам (2), (3) при движении воды в плоскорадиальных и (5), (6) вязкой нефти в плоскопараллельных микротрещинах при различной раскрытости трещины и температуре 303 К построены графики зависимости  $\gamma = f(\tau)$ , приведенные соответственно на рис. 2 и 3.

Как видно из этих рисунков, при плоскорадиальном, а также и при плоскопараллельном течении исследованных жидкостей микротрещины имеет место проявление предельного напряжения сдвига. При раскрытости  $h < 30$  и  $h < 160$  мкм кривые течения соответственно для воды (рис. 2, кривые 1–3) и вязкой нефти (рис. 3, кривая 1) описываются нелинейными уравнениями, которые характерны для неньютоновских систем. А зависимости  $\gamma = f(\tau)$ , построенные по данным, раскрытостью  $h \geq h_{kp}$ , описываются линейными уравнениями, проходящих через начало координат. При  $h \geq h_{kp}$  для различных величин раскрытости трещины все точки зависимостей  $\gamma = \gamma(\tau)$  для воды (рис. 2, прямые 4 и 5) укладываются на одной прямой. Это доказывает достоверность установленных критических значений раскрытости трещины.

Проявление эффекта «микротрещина – жидкость» можно было бы объяснить, как аналогию эйлеровой устойчивости стержня. В трещине микронной толщины система «жидкость – трещина» под действием сил, приложенных на концах щели в условиях сравнительно малых средних скоростей

сдвига, жидкость может вести себя как сжатый устойчивый стержень и имеет в щели известную форму равновесия. Устойчивая стержневая форма равновесия жидкости зависит от толщины щели. Если толщина тонкой щели невелика, то приложенные на концах щели силы прижимают жидкий стержень к стенкам трещины. Происходят изменения в свойствах жидкой струи за счет изменения его структуры и сил трения по стенкам. По мере увеличения толщины трещины микротрещинный эффект исчезает. Между этими двумя состояниями равновесия существует так называемое критическое равновесие, при котором жидкость может сохранить первоначальное свойство.

Нашими исследованиями установлено, что освоение запаса нефти в дренаж-

ной зоне скважин происходит в два этапа: первый этап – освоение нефти из активной зоны (ПЗС) скважин, это составляет примерно 30÷33 % запаса ПЗС, а вторым этапом является потенциально активная зона нефти в (ПЗС) скважине. В этой потенциально активной зоне скважин, в микротрещинных каналах, а также в сильно малопроницаемых пористых средах содержится изолированная нефтяная область, около 70 %.

Отметим, что существующими технологическими методами осваивать это не представляется возможным. Нужны новые технологические процессы.

Наиболее эффективным направлением следует считать воздействие на ПЗС и на пласты мощных физических энергетических полей [7, 8] и т.д.

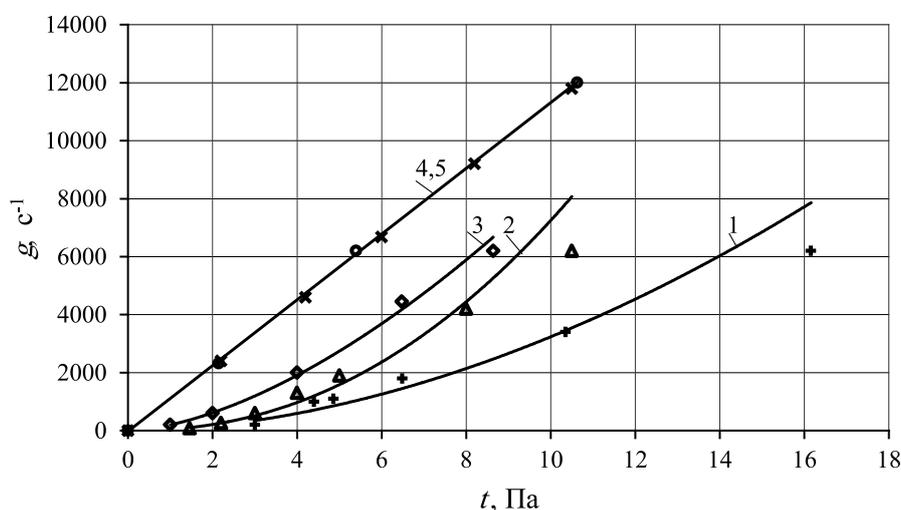


Рис. 2. Зависимость  $\gamma$  от  $t$  при движении воды в плоскорадialных микротрещинах при значениях раскрытости, мкм: 10 (кривая 1), 15 (кривая 2), 20 (кривая 3), 30, 35 (прямая 4, 5),  $T = 303\text{ K}$

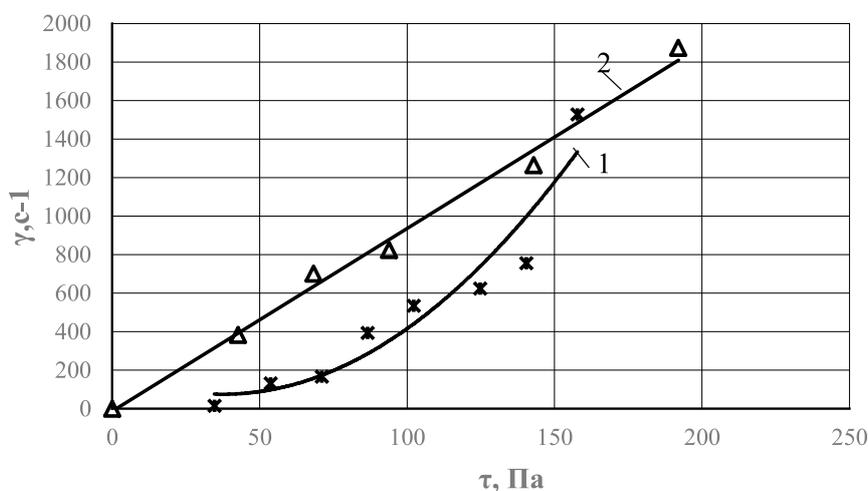


Рис. 3. Зависимость  $\gamma$  от  $\tau$  при движении вязкой нефти в плоскопараллельных микротрещинах при  $h = 130$  (кривая 1, при  $h < h_{кр}$ ) и  $160$  мкм (прямая 2, при  $h = h_{кр}$ ),  $T = 303\text{ K}$

Результаты проведенных исследований требуют учета трещинного эффекта, при оценке параметров системы технологических процессов и технических устройств «микротрещина – жидкость», что имеет научное и практическое значение для различных областей промышленности, машиностроения, приборостроения, химической технологии и в медицине.

Установлено, что вязкие жидкости (вода и нефть) при движении в трещинах, размеры которых  $h < h_{кр}$ , приобретают характер аномальных жидкостей, а аномальные жидкости еще более усиливают реологические параметры. При движении этих жидкостей в трещинах, размеры которых  $h \geq h_{кр}$ , их реологические параметры не меняются. Эти явления подтверждены и при движении вязких и аномальных жидкостей в последовательно соединенных каналах с различными микромерами.

Изменение механических свойств жидкостей при движении в каналах, размеры которых  $h < h_{кр}$ , и их восстановление при движении в каналах, размеры которых  $h \geq h_{кр}$ , представляют собой эффект «микротрещина – жидкость». Следовательно, для активизации движущихся и покоящихся жидкостей в микротрещинах необходимо размеры каналов из состояния  $h < h_{кр}$  привести к состоянию  $h \geq h_{кр}$ . Это достигается путем использования сильных физических полей.

### Выводы

1. На основе экспериментальных и теоретических обобщений о движении различных жидкостей в трещинных каналах разработаны основы «механики жидкостей и газов микротрещинных каналов в сверхмалопроницаемых пористых средах» и применение их в различных отраслях промышленности.

2. Экспериментально установлено, что при движении вязких жидкостей в трещине с раскрытостью  $h < h_{кр}$  в системе «микро-

трещина – жидкость» проявляются неньютоновские свойства, а для аномальных жидкостей усиливаются неньютоновские свойства; указанные эффекты имеют место в системе «микротрещина – жидкость» только при  $h < h_{кр}$ , а при  $h \geq h_{кр}$  указанные эффекты отсутствуют.

3. Результаты проведенных исследований требуют учета трещинного эффекта при оценке параметров системы технологических процессов и технических устройств «микротрещина – жидкость», что имеет научное и практическое значение для различных областей промышленности, машиностроения, приборостроения, химической технологии и в медицине.

4. В нефтяной промышленности возможно добиться максимального увеличения нефтеотдачи (средний коэффициент нефтеотдачи по миру около 30%) за счет привлечения в разработку нефти из малопроницаемых зон пластов.

### Список литературы

1. Ромм Е.С. Фильтрационные свойства трещиноватых горных пород. М.: Недра, 1966. 284 с.
2. Куштанова Г.Г. Нестационарная фильтрация жидкости в трещиновато-пористом пласте по неравновесному закону фильтрации // Изв. вузов. Нефть и газ. 2008. № 5. С. 25–30.
3. Свалов А.М. Капиллярные эффекты в трещиноватых породах // Нефтяное хозяйство. 2011. № 1. С. 59–63.
4. Gurbanov R.S., Mammadova M.A. Hydromechanical substantiation of the microcrack-fluid effect // *Mechanika*. 2016. Vol. 22 (6). P. 483–488. DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.mech.22.6.12649>.
5. Мамедова М.А. Об аномальном поведении жидкостей в микротрещине // Нефтепромысловое дело. 2013. № 2. С. 38–42.
6. Мирзаджанзаде А.Х., Мирзоян А.А., Гевинян Г.М., Сенд-Рза М.К. Гидравлика глинистых и сегментных растворов. М.: Недра, 1966. 298 с.
7. Стреков А.С., Гаджиев А.А. Совершенствование технологии вибровоздействия на призабойную зону нефтедобывающих скважин // Естественные и технические науки. 2009. № 3. С. 211–216.
8. Абдуллаева Э.С. О возможности применения волнового воздействия в комплексе с методами, улучшающими проницаемость призабойной зоны скважин // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2017. № 9. С. 27–30.

## МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНО ОБОСОБЛЕННОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

**Хамитов Р.Н., Ковалев В.З., Архипова О.В., Есин С.С.**

*Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, e-mail: v\_kovalev@ugrasu.ru*

Рассматривается класс изолированных электроэнергетических систем, построенных на базе дизельных электростанций, возобновляемых источников энергии. Выявлен основной признак данного класса систем – наличие бизнес-связей. Показано, что требования к надежному и энергоэффективному электроснабжению приводят к формированию в населенных пунктах электротехнических комплексов, содержащих: несколько дизель-генераторных установок (ДГУ), как правило, различной мощности, системы аккумулирования электрической энергии, системы управления и возобновляемые источники энергии. Эксплуатация комплексов, построенных на ДГУ, в северных регионах имеет ряд особенностей обусловленных совокупностью причин как экономического характера, так и социотехнических. Известные пути решения, указанной проблемы, авторы предлагают дополнить системным учетом графиков электрической нагрузки потребителей. Показано, что бизнес-связи влияют как на интегральные показатели указанной совокупности (энергоэффективность, уровень экологичности производства электроэнергии, себестоимость производства электроэнергии), так и на структуру и принципы построения и функционирования каждой из изолированных систем электроснабжения данной совокупности на протяжении всего жизненного цикла. Показана необходимость оптимизации всей совокупности изолированных систем электроснабжения, входящих в «Регионально обособленный электротехнический комплекс», на протяжении всего жизненного цикла с позиций анализа и детального учета графиков электропотребления.

**Ключевые слова:** изолированные энергетические системы, бизнес-связи, электрическая нагрузка, энергоэффективность

## MODEL OF A REGIONALLY ISOLATED ELECTROTECHNICAL COMPLEX WITH REGARD TO ELECTRIC LOAD SCHEDULES OF CONSUMERS

**Khamitov R.N., Kovalev V.Z., Arkhipova O.V., Esin S.S.**

*Yugra State University, Khanty-Mansiysk, e-mail: v\_kovalev@ugrasu.ru*

The class of the isolated electrical power systems constructed based on diesel power plants and renewables is considered. The main sign of this class of systems – existence business – communications is revealed. The known solutions, the specified problem, authors suggest to complement with system accounting of schedules of electric load of consumers. It is shown that the requirements for reliable and energy-efficient power supply lead to the formation in the settlements of electrical systems containing: several diesel generator sets, usually of different power, electrical energy storage systems, control systems and renewable energy sources. The operation of the complexes built on diesel-generator sets in the northern regions has a number of features due to a combination of reasons, both economic and socio-technical. Known solutions to this problem, the authors propose to supplement the system-based electrical load graphs of consumers. It is shown that business – communications influence, as on integrated indicators of the specified set (energy efficiency, level of environmental friendliness of electricity generation, cost of production of the electric power), and on structure and the principles of construction and functioning of each of the isolated power supply systems of this set throughout all life cycle. Need of optimization of all set of the isolated power supply systems entering in «Regionally isolated electrotechnical complex» throughout all life cycle from positions of the analysis and detailed accounting of schedules of a power consumption is shown.

**Keywords:** isolated energy systems, business affairs, electrical load, energy efficiency

Большая часть территории Российской Федерации характеризуется отсутствием значительных концентраций населения. Как правило, это небольшие населенные пункты с числом жителей от 50 до 200 чел. Причем указанные поселения расположены на значительном удалении друг от друга и вне зоны централизованного электроснабжения. По данным [1, 2] таких поселений более 31000, расположенных на более 2/3 всей площади страны, где проживает более 11 млн населения. Характерной в этом плане является Республика Саха – более 130 поселений с общей установленной мощностью 210 МВт, Якутия, Бурятия,

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и другие северные территории. Типовое решение задачи электроснабжения в данном случае строится на применении дизель-генераторных установок (ДГУ). Требования надежности электроснабжения, требования энергоэффективности приводят к формированию в населенных пунктах электротехнических комплексов содержащих: несколько ДГУ, как правило различной мощности [3], системы аккумулирования электрической энергии, системы управления и потребителя.

Эксплуатация комплексов, построенных на ДГУ в северных регионах, имеет ряд осо-

бенностей, обусловленных совокупностью причин как экономического характера, так и социотехнических:

- высокая стоимость дизельного топлива в месте потребления, вызванная сложной транспортной логистикой (вплоть до использования вертолетного транспорта);

- отсутствие электрической связи с центральной энергетической системой или с крупными региональными сетями;

- кадровый «голод» в местах производства электрической энергии;

- агрессивные природно-климатические условия эксплуатации;

- высокие требования к экологичности процесса производства электрической энергии, особенно в местностях приравненных к районам Крайнего Севера;

- социальная защищенность коренных и малочисленных народов, проживающих на удаленных территориях;

- высокая себестоимость электроэнергии, произведенной ДЭУ.

Один из путей решения выявленных выше противоречий – включение в комплексы производства электрической энергии возобновляемых источников энергии (ВИЭ): ветро-генераторных установок (ВЭУ), фотоэлектрических панелей (ФП), микрогидроэлектростанции (МГЭС), и других [4]. Для таких комплексов, содержащих кроме ДГУ еще и ВИЭ, принято наименование – гибридные источники электрической энергии (ГИЭЭ) [5].

На процесс энергопреобразования, при работе ГИЭЭ, оказывает существенное влияние характер нагрузки потребителя. Соответственно, возникает необходимость оптимизировать, по некоторому критерию (например, энергоэффективность) состав всех элементов, входящих в ГИЭЭ и участвующих в процессе энергопреобразования.

В настоящее время все более активно применяются методики управления ГИЭЭ, базирующиеся на краткосрочных прогнозах, в том числе и с применением наукастинга (сверхкраткосрочный прогноз метеословий).

Совокупность указанных выше обстоятельств делает актуальным построение модели ГИЭЭ с учетом графиков электрической нагрузки потребителей.

Еще одной характерной особенностью рассматриваемого класса ГИЭЭ является сочетание «физической» изолированности отдельных источников (отсутствие электрической связи) с административной или корпоративной принадлежностью отдельных комплексов одному «владельцу».

Введем в рассмотрение понятие «Регионально обособленный электротехнический

комплекс (РОЭТК)» – обособленная совокупность изолированных систем электроснабжения, характеризующаяся отсутствием электрической связи между отдельными изолированными системами электроснабжения, при одновременном наличии «слабых связей» и «слабых взаимодействий» между всеми изолированными системами электроснабжения, входящими в данную совокупность, и значительными отклонениями характеристик потребления электрической энергии от «типовой».

Отметим, что данное определение является развитием подходов, сформулированных в работах [6, 7].

Цель данной работы – построение модели регионально обособленного электротехнического комплекса с учетом графиков электрической нагрузки потребителей.

Задачи:

1. Выявить особенности характеристик потребления электрической энергии ГИЭЭ, входящих в РОЭТК.

2. Выявить возможность «типизации» характеристик потребления электрической энергии ГИЭЭ, входящих в РОЭТК.

3. Выявить структуру модели регионально обособленного электротехнического комплекса с учетом графиков электрической нагрузки потребителей.

### Материалы и методы исследования

Исходными данными являются данные об электрических нагрузках децентрализованной зоны электроснабжения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры за 2017–2018 гг.

В период проведения исследования в децентрализованную зону входило 24 населенных пункта в семи районах округа. Электроснабжение осуществлялось от дизельных электростанций (ДЭС). Установленная мощность ДЭС от 5000 кВт (с. Саранпауль) до 36 кВт (д. Таурова). В 2018 г. в д. Николкина установлена солнечно-дизельная электростанция. Средняя установленная мощность ДЭС порядка 300 кВт [8].

Дальнейшему исследованию подлежит 21 населенный пункт с непрерывным характером электроснабжения. Населенные пункты с прерывистым электроснабжением остаются за рамками настоящего исследования.

Первый этап – изучение характеристик электропотребления. Применим для этого аппарат суточных графиков электрической нагрузки (СГЭН) [9, 10]. Ряд исследователей вводят в рассмотрение типовые суточные графики электрической нагрузки. Это справедливо при анализе единичных поселений или поселений близких по укладу хозяйствования и соответственно структуре электропотребления. При этом вне рассмотрения остается эффект «бизнес-связей» или «слабых связей», что значительно влияет на формирование критериев оптимального состава оборудования ГИЭЭ.

Следующий фактор, требующий детального исследования СГЭН, прогнозирование потребле-

ния электрической нагрузки, в целях оптимального управления ГИЭЭ. При этом появляется возможность существенно повысить как ресурс ДЭУ, входящих в состав ГИЭЭ, так и снизить общее (для всего РОЭТК) потребление дизельного топлива [11, 12].

Основные закономерности графиков суточных нагрузок для РОЭТК ХМАО – Югра отражены в табл. 1 и 2, соответственно суточный график электрических нагрузок летний и суточный график электрических нагрузок зимний.

Таблица 1

Суточная электрическая нагрузка. Лето

Населенный пункт	W, кВт*ч	Рср, кВт	Рск, кВт	Рm, кВт	Км	Кз.г.	Кф.г.
Саранпауль	16635	693,1	720,0	1182	1,71	0,586	1,04
Кедровый	6936	289,0	301,6	375	1,30	0,771	1,04
Сосьва	6293	262,2	272,9	418	1,59	0,627	1,04
Урманый	3658	152,4	157,0	190	1,25	0,802	1,03
Шугур	3618	150,8	155,4	194	1,28	0,779	1,03
Няксимволь	2724	113,5	117,4	162	1,43	0,701	1,03
Кирпичный	2617	109,0	113,2	150	1,38	0,727	1,04
Корлики	2440	101,7	108,0	154	1,51	0,660	1,06
Елизарово	2300	95,9	104,2	172	1,79	0,557	1,09
Ванзеват	1852	77,2	79,5	100	1,30	0,772	1,03
Б. Атлым	1832	76,3	79,6	108	1,41	0,707	1,04
Согом	1801	75,0	88,5	101	1,35	0,743	1,18
Горнореченск	1340	55,8	58,5	86	1,54	0,649	1,05
Ломбовож	1270	52,9	56,3	90	1,70	0,588	1,06
Кимкъясуй	506	21,1	21,9	30	1,42	0,702	1,04
Анеева	388	16,2	16,7	21	1,30	0,770	1,03
Сартынья	309	12,9	13,3	16	1,24	0,805	1,03
Тугияны	214	8,9	11,4	21	2,36	0,424	1,28
Нумто	146	6,1	9,3	17	2,79	0,358	1,53
Пашторы	125	5,2	6,6	10	1,92	0,521	1,27
Карым	106	4,4	4,6	5,6	1,27	0,789	1,03

Таблица 2

Суточная электрическая нагрузка. Зима

Населенный пункт	W, кВт*ч	Рср, кВт	Рск, кВт	Рm, кВт	Км	Кз.г.	Кф.г.
Саранпауль	37853	1577,2	1619,0	1817	1,15	0,868	1,03
Кедровый	17268	719,5	736,8	809	1,12	0,889	1,02
Сосьва	14640	610,0	625,3	732	1,20	0,833	1,03
Согом	10319	430,0	440,2	490	1,14	0,877	1,02
Урманый	10267	427,8	440,3	539	1,26	0,794	1,03
Корлики	8395	349,8	359,0	394	1,13	0,888	1,03
Елизарово	7221	300,9	312,5	401	1,33	0,750	1,04
Няксимволь	6660	277,5	285,3	346	1,25	0,802	1,03
Шугур	6470	269,6	277,4	327	1,21	0,824	1,03
Кирпичный	6459	269,1	277,4	324	1,20	0,831	1,03
Б. Атлым	4718	196,6	201,9	247	1,26	0,796	1,03
Ванзеват	3684	153,5	157,4	178	1,16	0,862	1,03
Горнореченск	2661	110,9	113,9	135	1,22	0,821	1,03
Ломбовож	1893	78,9	82,9	121	1,53	0,652	1,05
Анеева	1427	59,5	60,9	69	1,16	0,862	1,03
Кимкъясуй	1019	42,5	43,9	58	1,37	0,732	1,03
Карым	673	28,0	29,0	40	1,43	0,701	1,04
Сартынья	358	14,9	15,4	18	1,21	0,829	1,03
Тугияны	285	11,9	15,3	33,6	2,83	0,354	1,29
Нумто	168	7,0	10,8	20	2,86	0,350	1,54
Пашторы	149	6,2	7,9	12	1,93	0,517	1,27

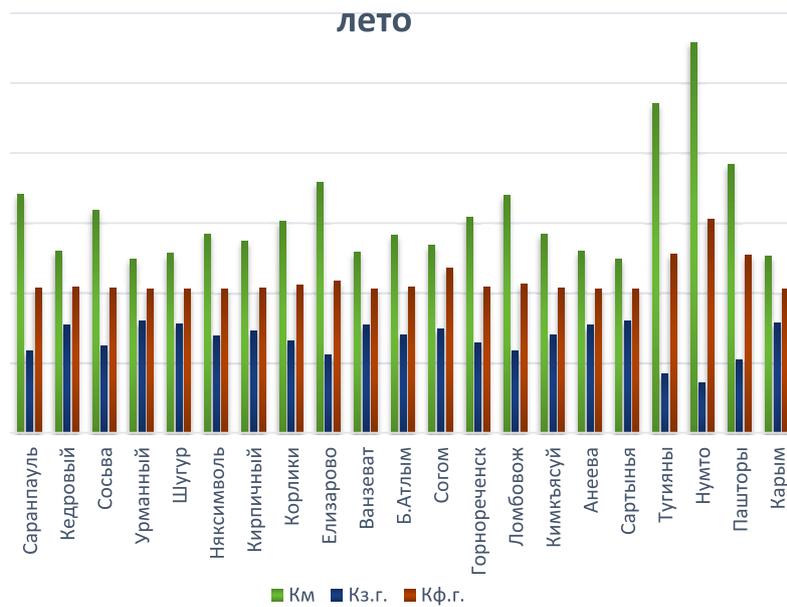


Рис. 1. Интегральные параметры суточных графиков электрической нагрузки, лето

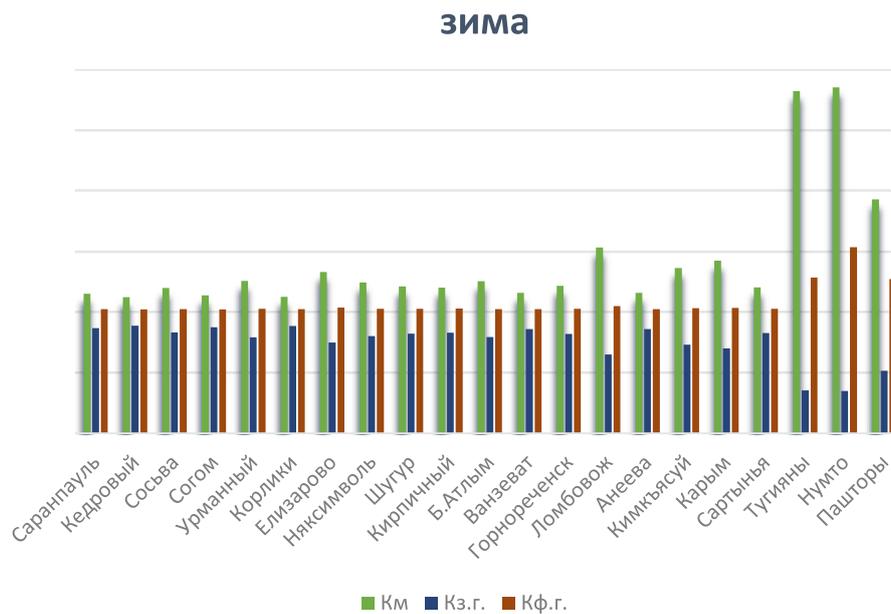


Рис. 2. Интегральные параметры суточных графиков электрической нагрузки, зима

Динамика интегральных параметров отражена на рис. 1 и 2:

Км – коэффициент максимума, устанавливает связь между средней и максимальной нагрузкой;

Кз.г. – коэффициент заполнения графика, коэффициент обратный коэффициенту максимума;

Кф.г. – коэффициент формы графика, характеризует степень неравномерности графика нагрузки;

W, кВт\*ч – суточная энергия потребленная поселением;

Ср, кВт – средняя суточная мощность электростанции поселения;

Ср, кВт – среднеквадратичная мощность;

Pm, кВт – максимальная мощность.

Энергетический подход к математическому моделированию электротехнических комплексов и систем, развиваемый в работе [6] и базирующийся на формализме Лагранжа, с неукоснительностью приводит к построению исходных математических моделей основных взаимодействующих физиче-

ски разнородных энергопреобразующих элементов РОЭТК, структурно состоящих из системы дифференциальных и системы алгебраических уравнений в следующем виде:

$$\frac{dU_*^T}{dt} = f(Q_\Sigma, Q_b, t), \quad (1)$$

$$U_*^T = U_*^T(Q_\Sigma, Q_b), \quad (2)$$

где  $Q_\Sigma$  и  $Q_b$  – векторы обобщенных координат и обобщенных скоростей, содержат (например, в виде ряда Фурье) информацию о графике нагрузки каждого ГИЭЭ, входящего в РОЭТК.

### Результаты исследования и их обсуждение

Все интегральные коэффициенты (табл. 1, 2) характеризуются значительными разбросами:  $K_m$  – от 1,02 до 1,54 – зимой, и 1,03–1,53 летом;  $K_{з.г}$  – от 0,35 до 0,889 зимой и 0,358 – 0,805 летом;  $K_{ф.г}$  – от 1,13 до 2,86 – зимой, и 1,24–2,79 летом. Особенно значительны отличия в зимнем коэффициенте заполнения графика  $K_{з.г}$  – порядка 254 %!

Выявленное обстоятельство не позволяет применять для моделирования РОЭТК в форме уравнений (1)–(2) « типовые » графики суточной нагрузки, поскольку достоверность прогноза графика нагрузки здесь существенно меньше рекомендованной в [13] достоверности в 80 %.

### Выводы

1. Выявлен значительный (до 254 %) разброс интегральных характеристик суточных графиков потребления электрической энергии ГИЭЭ, входящих в РОЭТК.

2. Выявлена, для анализируемого РОЭТК, невозможность построения « типовых » характеристики потребления электрической энергии ГИЭЭ, входящих в РОЭТК. Как следствие, для достоверного краткосрочного прогноза электропотребления электрической нагрузки отдельным поселением, необходимо в модель регионально обособленного электротехнического комплекса включить « персонифицированные » графики, например в виде ряда Фурье, поскольку « типовые » будут содержать в себе кратные разбросы по отдельным показателям, что приводит к мало достоверным прогнозам.

3. Выявлена структура и построена модель регионально обособленного электротехнического комплекса с учетом, например, в форме ряда Фурье индивидуальных графиков электрической нагрузки потребителей.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства ХМАО – Югры в рамках научного проекта № 18-47-860017.*

### Список литературы

1. Суржикова О.А. Региональные энергетические программы и электроснабжение удаленных, малонаселенных поселений // Вестник науки Сибири. 2012. № 3 (4). С. 109–113.
2. Елистратов В.В. Автономное энергоснабжение энергокомплексами на базе возобновляемых источников энергии // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2016. № 3 (171). С. 72–75.
3. Карамов Д.Н. Оптимизация состава оборудования автономных энергокомплексов, использующих возобновляемые источники и накопители энергии: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Иркутск, 2016. 26 с.
4. Ковалев В.З., Архипова О.В. Энергетические аспекты регионально обособленного электротехнического комплекса // Вестник Югорского государственного университета. 2015. № 2 (37). С. 217–218.
5. Григораш О.В., Кривошей А.А., Смык В.В. Автономные гибридные электростанции // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 124 [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/95.pdf> (дата обращения: 06.12.2018).
6. Kovalev V.Z., Arkhipova O.V. Mathematical modeling of regional isolated electrotechnical complex // International Journal of Applied Engineering Research. 2017. vol. 12. no 16. P. 5481–5484.
7. Архипова О.В., Ковалев В.З., Ремизов П.Н. Моделирование автономных энергетических систем // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=16838> (дата обращения: 06.12.2018).
8. Стратегия социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2020 года и на период 2030 года: Официальный сайт Департамента экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [Электронный ресурс]. URL: [https://dereconom.admhmao.ru/upload/iblock/d92/101\\_gr.pdf](https://dereconom.admhmao.ru/upload/iblock/d92/101_gr.pdf) (дата обращения: 11.12.2018).
9. Воропай Н.И., Стычински З.А., Козлова Е.В., Степанов В.С., Суслов К.В. Оптимизация суточных графиков нагрузки активных потребителей // Изв. РАН. Энергетика. 2014. № 1. С. 84–90.
10. Болоев Е.В., Войтов О.Н., Голуб И.И., Семенова Л.В. Алгоритм оптимизации реконфигурации и суточных графиков нагрузки распределительной электрической сети // Изв. РАН. Энергетика. 2018. № 1. С. 25–34.
11. Ivanin O.A., Direktor L.B. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования энергетических нагрузок обособленных потребителей // Теплоэнергетика. 2018. № 5. С. 17–26. DOI: 10.1134/S0040363618050041.
12. Lukutin B.V., Shandarova E.B., Matukhin D.L., Igisenov A.A., Shandarov S.M. Simulation and optimization of wind and diesel power supply systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. № 177 (1). 012090. DOI: 10.1088/1757-899X/177/1/012090.
13. Лукутин Б.В., Климова Г.Н., Обухов С.Г., Шуртов Е.А. Исследование закономерностей формирования графиков электрических нагрузок децентрализованных потребителей Республики Саха (Якутия) // Электрические станции. 2008. № 9. С. 53–58.

УДК 538.9

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СПОНТАННОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ПРИМЕСЕЙ 3D-ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ КРИСТАЛЛЕ

Окулов В.И., Говоркова Т.Е.

*Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: okulov@imp.uran.ru*

Работа посвящена прямому экспериментальному доказательству существования спонтанной спиновой поляризации и спонтанной намагниченности электронной системы, создаваемой в кристалле полупроводника донорными примесными атомами переходных 3d-элементов предельно малой концентрации, исключая влияние межпримесного взаимодействия, которое обычно считается необходимым для обеспечения спонтанной поляризации электронных примесных спинов. Наблюдение такого рода явления было осуществлено ранее лишь косвенным образом с помощью определенной интерпретации результатов измерений аномалий холловского сопротивления. Для изучения фундаментальных закономерностей спонтанного магнетизма требуются прямые магнитные измерения процесса роста намагниченности с напряженностью магнитного поля. Связанные с этим задачи и стали целью настоящей работы. Продолжая и развивая первый полученный результат на системе с примесями кобальта, опубликованный ранее в кратком сообщении, проведены низкотемпературные исследования магнитопольевых зависимостей намагниченности монокристалла селенида ртути с низкой концентрацией ( $< 0,1$  ат. %) 3d-примесей железа. С помощью детального анализа полученных экспериментальных данных выделен вклад спонтанного магнетизма электронной системы гибридных состояний донорных примесных атомов, который имеет вид кривых намагничивания с насыщением, характерный для магнитоупорядоченных систем. Найдены значения магнитных параметров, подтверждающие спонтанный спиновый магнетизм изучаемой примесной системы и согласующиеся с результатами, полученными ранее при наблюдении аномалий эффекта Холла и температурных зависимостей магнитной восприимчивости. Полученные результаты служат значительным вкладом в решение проблемы обоснования и описания спонтанной спиновой поляризации электронных систем примесей переходных элементов в пределе малой их концентрации в кристалле полупроводника.

**Ключевые слова:** примеси переходных элементов в полупроводниках, гибридные электронные состояния, низкотемпературный магнетизм, спонтанная намагниченность электронов

## FUNDAMENTAL MANIFESTATIONS OF SPONTANEOUS MAGNETIZATION OF LOWLY-CONCENTRATED 3D-ELEMENT IMPURITY ELECTRON SYSTEMS IN SEMICONDUCTING CRYSTAL

Okulov V.I., Govorkova T.E.

*M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of UB RAS, Ekaterinburg, e-mail: okulov@imp.uran.ru*

The present work deals with direct experimental demonstration of existing the spontaneous spin polarization and spontaneous magnetization of electron system originating in 3d-transition element donor impurity atoms of the very low concentration, eliminating the influence of interaction between the impurities, which up to now was considered as necessary to ensure the spontaneous spin polarization of electron impurity spins. The like observation was previously realized in indirect way only, using specific interpretation of the Hall resistance anomaly measurements. However, for studying fundamental specific behaviors of spontaneous magnetism the process of magnetization growth with increasing the magnetic field strength should be observed by direct magnetic measurements. Their related problems have been the aim of the present work. With the view of development of the first obtained result on systems with cobalt impurities there were carried out the low-temperature studies of magnetic field dependences of the magnetization of mercury selenide single crystal with low ( $< 0.1$  at. %) concentration of 3d-iron impurities. Analyzing in detail the experimental data obtained, there have been derived the contributions of spontaneous magnetism of electron system of donor impurity atom hybridized states, which have the shape of magnetization curve with saturation characteristic of ferromagnetic systems. There have been found the values of magnetic parameters, confirming spontaneous spin magnetism of impurity system and showing an agreement with the results, obtained before when studying the Hall effect anomalies and temperature dependences of magnetic susceptibility. The results obtained are considered by us as serious contribution to solving the problem of justifying and describing the spontaneous spin polarization of electron systems of transition element impurities in the limit of their low concentration in semiconducting crystal.

**Keywords:** impurities of transition elements in semiconductors, hybridized electronic state, low-temperature magnetism, spontaneous magnetization of electrons

Цель настоящей работы состояла в проведении экспериментальных исследований намагниченности электронной системы примесных атомов 3d-элемента (железа) низкой концентрации ( $< 0,1$  ат. %) в полупроводниковом кристалле с целью прямого экспериментального подтверждения существования спонтанного магнитного упоря-

дочения. Актуальность такой цели связана с обоснованием достижения в полупроводниковых объектах сочетания высокой проводимости и спонтанного магнетизма.

Многочисленные исследования в этом направлении, результаты которых изложены в публикациях [1–3], сосредоточены в основном на возможности реализации магни-

тоупорядоченного состояния лишь при достаточно высокой концентрации примесей переходных элементов (5–10 at.%) и основаны на том, что спонтанная спиновая поляризация примесной электронной системы возникает благодаря межпримесному взаимодействию. Но при этом в работах [4–5], посвященных комплексному исследованию физических свойств электронной системы, образованной донорными примесными атомами переходных элементов низкой концентрации, было обосновано существование такого механизма спонтанной спиновой поляризации, который не связан с межпримесным взаимодействием и обусловлен коллективизацией однопримесных состояний. Нами было показано, что при гибридизации электронных состояний оболочки примесного атома переходного элемента с состояниями полосы проводимости становятся возможным формирование единой системы электронов донорных состояний, которая под действием сильного межэлектронного взаимодействия, зависящего от спина, обладает спонтанной спиновой поляризацией. Подробное изучение свойств такой электронной системы на основе разработанного теоретического описания и экспериментального исследования гальваномагнитных явлений привело к обнаружению аномального вклада в эффект Холла в монокристалле селенида ртути с низкой концентрацией примесей железа ( $< 0,2$  at.%). Было установлено также, что зависимость аномальной части холловского сопротивления от напряженности магнитного поля имеет вид кривых с насыщением. Эти эксперименты представили первые свидетельства существования спонтанной намагниченности низкоконцентрированных примесных систем. В последующих экспериментах изучение температурных зависимостей магнитной восприимчивости электронных систем гибридизованных состояний 3d-примесей (Fe, Co, Ni) в кристалле HgSe показало, что в парамагнитной восприимчивости содержится вклад, независимый от температуры, который связан с наличием спонтанной поляризации. При этом в намагниченности исследуемых примесных систем была определена степень поляризации электронной плотности в локализованной компоненте гибридизованных состояний для каждой примеси. При исследовании температурных зависимостей примесных вкладов в модули упругости и теплоемкость монокристалла селенида ртути с низкой концентрацией примесей Fe и Co были выявлены закономерности, в которых проявляется обменное межэлектронное взаимодействие. Показано, что в температурной зависимости примесного вклада в теплоемкость наблюда-

ется максимум, форма которого зависит от интенсивности обменного взаимодействия. Наблюдаемая в эксперименте зависимость отвечает такому значению константы взаимодействия, которое свидетельствует о наличии спонтанной спиновой поляризации исследуемой электронной системы. В температурных зависимостях упругих модулей также наблюдались аномалии, связанные с эффектами гибридизации, а полученные значения параметров межэлектронного взаимодействия отвечали существованию спонтанной спиновой поляризации электронов. Таким образом, появился внушительный объем экспериментальных данных по физическим свойствам электронных систем донорных примесей переходных элементов низкой концентрации, свидетельствующих о проявлениях спонтанной спиновой поляризации и спонтанной намагниченности.

Однако в области физики спонтанного магнетизма существуют основные фундаментальные представления о характере рассматриваемых объектов, к которым прежде всего принадлежат магнитополевые зависимости намагниченности, имеющие вполне определенные атрибуты. Поэтому, для того чтобы в полной мере отнести изучаемые электронные системы к магнитоупорядоченным в соответствии с принятыми фундаментальными представлениями, необходимо исследовать упомянутые магнитополевые зависимости их намагниченности. Первым шагом в этом направлении можно считать опубликованные в кратком сообщении [6] результаты наблюдения и анализа магнитополевых зависимостей намагниченности кристалла селенида ртути с примесями кобальта. В этих данных содержатся обнаруженные отдельные свидетельства кривой намагничивания, характерные для спонтанного намагничивания, однако достаточно полной картины спонтанно поляризованной системы, включающей учет проявлений гибридизации электронных состояний, выявлено не было. В связи с этим нужно отметить, что электронные системы в совокупности рассматриваемого типа имеют различающиеся в разных отношениях параметры в зависимости от рода примесей, их концентрации (значения энергии Ферми) и других обстоятельств. При этом имеется группа систем, являющихся наиболее яркими представителями с точки зрения эффектов гибридизации электронных состояний и спиновой поляризации, то есть сравнительно сильно проявляющие эти эффекты. Естественно, что прежде всего именно для такой выделенной системы следует поставить задачу о наблюдении в ней фундаментальных параметров спонтанной намагниченности. Именно на таком

подходе и основана цель настоящей работы. В качестве выделенной выбрана электронная система донорных электронов с концентрацией  $7 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ , образованная примесными атомами железа в полосе проводимости кристалла селенида ртути, термодинамические и кинетические свойства которой, включая проявления спонтанной намагниченности, достаточно подробно исследовались.

### Материалы и методы исследования

Эксперименты проведены на образце селенида ртути с концентрацией примесей железа  $N_{\text{Fe}} = 7 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ . Монокристаллы селенида ртути были выращены вертикальным методом Бриджмена группой технологов под руководством Л.Д. Паранчич в Черновицком национальном университете (г. Черновцы, Украина). Концентрация и распределение примесей по объему слитков контролировались с помощью рентгеновского микроанализа. Образцы имели форму прямоугольного параллелепипеда с геометрическими размерами  $1 \times 2 \times 8 \text{ мм}^3$ .

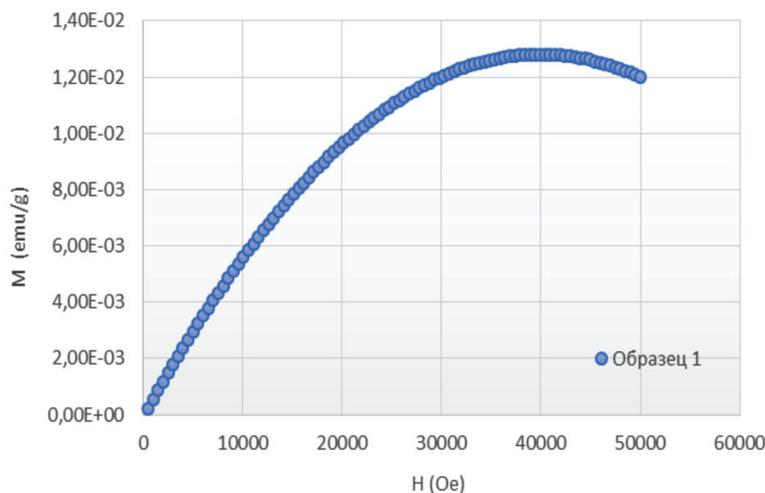
Исследования статического магнитного момента проведены на СКВИД-магнитометре MPMS-5-XL (Quantum Design Co.) при  $T = 5 \text{ К}$  в магнитном поле напряженностью до 50 кОе. Измерения выполнены А.Ф. Губкиным в Центре коллективного пользования «Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов» (ЦКП «ИЦ НПМ») Института физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН.

### Результаты исследования и их обсуждение

В полученной зависимости намагниченности  $M_{\text{exp}}(H)$  от напряженности магнитного поля  $H$ , представленной на рисунке, содержатся линейный диамагнитный вклад кристалла-матрицы  $\chi_d H$  и исследуемый примесный вклад  $M(H)$ , выходящий на насыщение с ростом напряженности поля. Диамагнитный вклад определяется по асимптотике зависи-

мости  $M_{\text{exp}}(H)$  в сильном магнитном поле, так что намагниченность примесной электронной системы  $M(H)$  оказывается равной разности  $(M_{\text{exp}}(H) - \chi_d H)$ . Найденное значение  $\chi_d = -1,2 \text{ emu/g} \cdot \text{Oe}$  близко к известной величине диамагнитной восприимчивости нелегированного кристалла селенида ртути [7].

Анализ полученной экспериментальной зависимости намагниченности  $M(H)$  сводится к обсуждению значений ее основных параметров, сопоставлению их с характеристиками, относящимися к системе невзаимодействующих электронов. Прежде всего это намагниченность насыщения  $M_s$  и соответствующий магнитный момент насыщения  $\mu_s$ , приходящийся на один электрон. Полученная величина  $\mu_s = 2,1 \mu_B$ , соответствующая значению  $M_s = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ emu/g}$ , значительно превышает магнетон Бора  $\mu_B$ , характеризующий насыщение системы свободных электронов. Другим параметром магнитопольевой зависимости  $M(H)$  является поле насыщения, то есть напряженность поля  $H_s$ , при которой намагниченность достигает значений, близких к насыщению. Эта величина оказалась близкой к 40 кОе, тогда как для системы свободных электронов она имеет порядок сотен килоэрстед. Таким образом, кривая намагничивания системы донорных электронов гибридных состояний имеет параметры, отвечающие сильному влиянию межэлектронного взаимодействия, зависящего от спина, и характерные для магнитоупорядоченной ферромагнитной системы. Тем самым можно считать, что задача принадлежности основной фундаментальной закономерности спонтанно-поляризованных объектов исследуемым электронным системам решена в полной мере.



Зависимость удельной намагниченности  $M$  от магнитного поля полупроводника  $\text{HgSe}$  с низкой концентрацией  $d$ -примесей ( $N_{\text{Fe}} = 7 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ ) при  $T = 5 \text{ К}$

Полученный в настоящей работе результат, вместе с результатом работы [6], состоит в подтверждении новыми экспериментами особой разновидности спонтанной спиновой поляризации и магнитного упорядочения, которая возникает в электронной системе примесей в пределе низкой их концентрации ( $< 0,1$  ат. %). Это явление имеет принципиальное значение, поскольку возникающее спонтанное упорядочение никак не связано с каким-либо межпримесным влиянием, а создается благодаря эффекту гибридизации примесных электронных состояний в полосе проводимости кристалла.

Другие широко развитые представления в области физики разбавленных магнитных полупроводников изложены в известных публикациях во многих обзорных и оригинальных статьях и книгах, вышедших за два-три десятилетия развития этой области [8–10]. Согласно этим представлениям локализованные спины примесей образованы электронами  $d$ -оболочки, энергии которых расположены в запрещенной или валентной полосе, а взаимодействие спинов осуществляется косвенным образом (механизм Рудермана – Киттеля) через взаимодействие с носителями тока. В таких системах, как и в других, которые изучались до сих пор, локализованные электронные состояния и состояния электронов проводимости принадлежат к разным энергиям, что накладывает серьезные ограничения на осуществление спинового упорядочения. Спонтанный примесный магнетизм при этом обусловлен косвенным или прямым взаимодействием спиновых моментов примесных атомов, то есть требует для своего появления значительной их концентрации и в связи с этим трудно совместим с совершенством атомной и электронной структуры кристаллов-матриц, желательным для научных и технических их применений. Представляемый в настоящей работе альтернативный механизм спонтанной спиновой поляризации примесных электронных систем лишен указанного недостатка. По своей сути он относится к системам с совершенной структурой, хотя и естественно обладающим сравнительно малыми значениями намагниченности, но принадлежащим при этом к широкому кругу объектов, включая низкоразмерные.

### Заключение

Проведенным экспериментальным исследованием установлено, что в кристалле полупроводника с концентрацией примесей переходного элемента менее 0,1 ат. % при низких температурах наблюдаются кривые намагничивания, характерные для

магнитоупорядоченных кристаллов. Полученные значения магнитных параметров исследуемой примесной системы свидетельствуют о наличии ферромагнетизма, природа которого связана с прямым обменным взаимодействием электронов в гибридных состояниях. Обнаруженный спонтанный магнетизм низкоконцентрированной электронной системы донорных примесей 3d-элементов в полупроводниковом кристалле является прямым экспериментальным подтверждением выявленных ранее закономерностей, связанных с наличием спонтанной спиновой поляризации гибридных состояний (аномальный эффект Холла, вклад спинового упорядочения электронных состояний примесей в магнитную восприимчивость, аномальные температурные зависимости примесных вкладов в теплоемкость и модули упругости).

*Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Электрон» № АААА-А18-118020190098-5 и проекту № 18-10-2-6 Программы УрО РАН.*

### Список литературы

1. Dietl T., Ohno H. Dilute ferromagnetic semiconductors: Physics and spintronic structures. *Reviews of Modern Physics*. 2014. Vol. 86. No. 1–3. P. 187–251. DOI: 10.1103/RevModPhys.86.187.
2. Dietl Tomasz. A ten-year perspective on dilute magnetic semiconductors and oxides. *Nature Materials*. 2010. vol. 9. No. 12. P. 965–974. DOI: 10.1038/nmat2898.
3. Ohno Hideo. A window on the future of spintronics. *Nature Materials*. 2010. Vol. 9. P. 952–954 [Electronic resource]. URL: [www.nature.com/naturematerials](http://www.nature.com/naturematerials) (date of the application: 17.11.2018).
4. Лончаков А.Т., Окулов В.И., Говоркова Т.Е., Андрийчук М.Д., Паранчич Л.Д. Экспериментальное обнаружение и теоретическое описание аномального эффекта Холла в спонтанно-поляризованной системе электронов гибридных примесных состояний // *Письма в ЖЭТФ*. 2012. Т. 96. № 6. С. 444–448.
5. Говоркова Т.Е., Лончаков А.Т., Окулов В.И., Андрийчук М.Д., Губкин А.Ф., Паранчич Л.Д. Вклад спинового упорядочения электронных состояний примесей железа, кобальта и никеля в низкотемпературную магнитную восприимчивость кристаллов селенида ртути // *Физика низких температур*. 2015. Т. 41. № 2. С. 202–206.
6. Говоркова Т.Е., Окулов В.И. Экспериментальное определение магнитопольевой зависимости низкотемпературного спонтанного намагничивания электронной системы гибридных состояний примесей кобальта низкой концентрации ( $\leq 0,035$  ат. %) в кристалле селенида ртути // *Физика низких температур*. 2018. Т. 44. № 11. С. 1562–1564.
7. Furdyna J.K., Kossut J. *Diluted Magnetic Semiconductors*. New York: Academic Press, 1988. P. 183.
8. Xiao-Lin Wang, Sci Xue Dou, Chao Zhang. Zero-gap materials for future spintronics, electronics and optics. *NPG Asia Materials*. 2010. Vol. 2. No. 1. P. 31–38. DOI: 10.1038/asiamat.2010.7.
9. Wolf S., Awschalom D.D., Buhrman R.A., Daughton J.M., von Molnar S., Roukes M.L., Chtchelkanova A.Y., Treger D.M. Spintronics: a spin-based electronics vision for the future. *Science*. 2001. Vol. 294. P. 1488–1495. DOI: 10.1126/science.1065389.
10. Dyakonov Mikhail I. *Spin Physics in Semiconductors*. AG: Springer International Publishing, 2017. 532 p.

УДК 538.9

## К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ПЕРЕХОДА В ФАЗУ КВАНТОВОГО ЭФФЕКТА ХОЛЛА

**Савельев А.П., Арапов Ю.Г., Гудина С.В., Шелушинина Н.Г., Якунин М.В.**

*Институт физики металлов им. М.Н. Михеева Уро РАН Екатеринбург,*

*e-mail: saveliev@imp.uran.ru*

Экспериментально исследовано продольное  $\rho_{xx}(B, T)$  и холловское  $\rho_{xy}(B, T)$  сопротивления в перпендикулярном плоскости образца магнитном поле в наноструктурах  $n$ -InGaAs/GaAs с одиночной квантовой ямой в диапазоне магнитных полей  $B = 0-2$  Тл и температур  $T = 0,05-20$  К. Полученные результаты проанализированы в рамках теории скейлинга на предмет получения новых данных о судьбе делокализованных состояний, ответственных за переходы между разными фазами квантового эффекта Холла, при уменьшении магнитного поля. Показано, что происхождение температурно-независимой точки, находящейся при  $\omega_c \tau \approx 1$  на кривых  $\rho_{xx}(B, T)$ , связано с совместным действием классического циклотронного движения и квантовых интерференционных эффектов слабой локализации и электрон-электронного взаимодействия. Полученные результаты свидетельствуют, что переход из диэлектрической фазы в фазу квантового эффекта Холла является кроссовером от слабой локализации (квантовые интерференционные эффекты в слабом магнитном поле) к сильной локализации в квантующих магнитных полях в режиме квантового эффекта Холла. Обсуждены современные теоретические представления, развивающиеся на основе решеточных моделей (network models), рассматривающие указанную проблему как с точки зрения гипотезы «всплывания», так и предсказывающие «антилевитацию» делокализованных состояний при уменьшении магнитного поля.

**Ключевые слова:** квантовый эффект Холла, одиночная квантовая яма, квантовый магнетотранспорт

## ON THE NATURE OF TRANSITION TO THE QUANTUM HALL EFFECT

**Savelev A.P., Arapov Yu.G., Gudina S.V., Shelushinina N.G., Yakunin M.V.**

*M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg,*

*e-mail: saveliev@imp.uran.ru*

The longitudinal  $\rho_{xx}(B, T)$  and Hall  $\rho_{xy}(B, T)$  resistances are experimentally investigated in a magnetic field perpendicular to the sample plane in  $n$ -InGaAs/GaAs nanostructures with a single quantum well in the magnetic field range  $B = 0-2$  T and temperatures  $T = 0.05-20$  K. The obtained results are analyzed in the framework of the scaling theory for understanding the fate of delocalized states responsible for transitions between different phases of the quantum Hall effect with magnetic field vanishing. It is shown that the origin of the temperature-independent point located at  $\omega_c \tau \approx 1$  on the curves  $\rho_{xx}(B, T)$  is due to the combined action of the classical cyclotron motion and the quantum interference effects of weak localization and electron-electron interaction. The results obtained indicate that the transition from the dielectric phase to the phase of the quantum Hall effect is a crossover from weak localization (quantum interference effects in a weak magnetic field) to strong localization in quantizing magnetic fields in the quantum Hall effect regime. The modern theoretical concepts developing on the basis of lattice models (network models), which consider this problem both from the point of view of the «floating» hypothesis and predicting the «antilevitation» of delocalized states with magnetic field vanishing are discussed.

**Keywords:** quantum Hall effect, single quantum well, quantum magnetotransport

Дискуссия о том, какова судьба делокализованных состояний, ответственных за переходы между различными плато квантового эффекта Холла, при уменьшении магнитного поля  $\mu B = \omega_c \tau \ll 1$ , имеет длинную историю [1–3] и остается в центре внимания в свете того, что микроскопическая теория квантового эффекта Холла (КЭХ) до сих пор не построена [4] ( $\omega_c = eB/m^*$ ,  $n_c$ ,  $m^*$ ,  $\tau = l/V_F$ ,  $l$  и  $\mu$  концентрация, эффективная масса, время свободного пробега, длина свободного пробега и подвижность носителей заряда соответственно). Главный вопрос – происходит ли исчезновение (всплывание) делокализованных состояний в ходе квантового фазового перехода или объясняется кроссовером от слабой локализации (квантовые интерференционные эффекты в слабом магнитном поле) к силь-

ной локализации в режиме КЭХ [5, 6]. Исторически теоретические представления основывались на глобальной фазовой диаграмме КЭХ [1], в которой существование делокализованных состояний в сильных магнитных полях может быть согласовано с отсутствием делокализованных состояний в нулевом магнитном поле, предсказываемым скейлинговой теорией локализации в 2D-случае [7], только если делокализованные состояния всплывают выше энергии Ферми, когда магнитное поле уменьшается до нуля (гипотеза «всплывания») [6].

В последние годы появились работы, рассматривающие проблему перехода в фазу КЭХ в решеточных моделях (network models). Так, используя суперсимметричный подход, в [2] модель сетки была переформулирована в терминах лесенки

суперспинов, последующий анализ которой с учетом суперсимметричной нелинейной сигма-модели позволил подтвердить универсальность описания переходов в КЭХ как в области квантующих, так и классически слабых магнитных полей. В [5], используя слабо-киральную модель сетки для численного анализа предсказаний теории скейлинга относительно перехода от андерсоновского к квантово-холловскому изолятору, показано, что введение сильной локальной неоднородности подавляет интерференцию, и транспорт сводится к классической перколяции, соответствующей протеканию через две подрешетки, связанные друг с другом случайными связями. Получено скейлинговое соотношение, связывающее компоненты тензора магнетопроводимости  $\sigma_{xy} \sim \sigma_{xx}^k$ , где значение критического индекса  $k$  различается в пределе сильной и слабой неоднородности. В [8] в численном исследовании с использованием модели Андерсона на квадратной решетке была показана возможность существования так называемой «антилевитации», когда по мере увеличения степени беспорядка  $W$ , либо увеличения напряженности магнитного поля  $B$ , энергии делокализованных состояний оказываются меньше энергий уровней Ландау, относящихся к идеальной системе, а для достаточно сильного беспорядка существует зависящее от беспорядка критическое магнитное поле  $B_c(W)$ , ниже которого вообще отсутствуют делокализованные состояния. Экспериментально, наблюдалось как всплывание делокализованных состояний (ссылки в [4, 6]), так и антилевитация [9].

В работе [6] показано, что при рассмотрении систем конечных размеров при конечных температурах поведение квантового эффекта Холла ( $\nu > 2$ ) в области слабых магнитных полей хорошо описывается возникшей из теории фазовых переходов и теории ренорм-группы скейлинговой теорией КЭХ без использования экзотических гипотез типа гипотезы «всплывания». Большая длина локализации  $\xi$  в магнитном поле в 2D системах ограничивает наблюдаемость всплывающих делокализованных состояний экспоненциально малыми температурами и экспоненциально большими размерами системы. При достижимых температурах и размерах системы холловское сопротивление будет монотонно возрастать функцией магнитного поля. Вблизи магнитных полей,  $\omega_c \tau = 1$  температурная зависимость диссипативного сопротивления изменяется от слабого роста в слабых магнитных полях до уменьшения в сильных магнитных полях. Таким образом, переход

от диэлектрического поведения в нулевом магнитном поле к возникновению делокализованных состояний в режиме КЭХ происходит посредством кроссовера между слабой локализацией при  $\omega_c \tau < 1$  и сильной локализацией в квантующем магнитном поле.

Обычно границей, разделяющей области магнитных полей, где отсутствуют делокализованные состояния и где делокализованные состояния ответственны за появление переходов между квантованными плато КЭХ, служит так называемая температурно-независимая точка ( $T_{ind}$ -точка) на кривых магнитосопротивления (МС), снятых при различных температурах. Скейлинговые свойства МС в  $T_{ind}$ -точке в представлении, что в ней происходит квантовый фазовый переход из диэлектрического состояния в фазу КЭХ, изучены в ряде работ [10–12]. Однако, существует точка зрения, что природа  $T_{ind}$ -точки связана с совместным действием классического циклотронного движения и квантовых интерференционных эффектов. Интерпретация экспериментальных данных (рис. 1) в рамках первой модели представлена в [12].

Цель исследования: анализ происхождения температурно-независимой точки в классически слабых магнитных полях на кривых  $\rho_{xx}(B, T)$  в модели параболического отрицательного магнетосопротивления в наноструктурах n-InGaAs/GaAs для получения новой информации о природе перехода из диэлектрической фазы в фазу квантового эффекта Холла.

### Материалы и методы исследования

Рост образцов n-In<sub>0,2</sub>Ga<sub>0,8</sub>As/GaAs осуществлялся методом металлоорганической газовой фазной эпитаксии на подложках GaAs в НИФТИ Нижегородского университета группой Б.Н. Звонкова. Будут обсуждены результаты, полученные на тех же образцах, что и в работах [12]. Структуры были симметрично легированы в барьерах Si ( $N_D = 10^{18}$  см<sup>-3</sup>), ширина спейсера  $L_s = 19$  нм. Эффективная масса носителей заряда  $m^* = 0,058m_0$ , где  $m_0$  – масса свободного электрона.

Проведены измерения  $\rho_{xx}(B, T)$  и  $\rho_{xy}(B, T)$ , в магнитном поле  $B$  до 2Тл и при температурах  $T = 0,05–20$  К в структурах n-InGaAs/GaAs с одиночными квантовыми ямами. Эксперименты проведены в Центре коллективного пользования «Испытательный центр нанотехнологий и перспективных материалов» ИФМ УрО РАН на установках Oxford Instruments и Quantum Design.

### Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 показаны полученные из эксперимента зависимости  $\rho_{xx}(B, T)$  и  $\rho_{xy}(B, T)$  для образца с одиночной квантовой ямой. В слабых полях,  $B < 0,7$  Тл, сопротивление образца показывает «диэлектрический»

ход при изменении температуры:  $\rho_{xx}(B, T)$  увеличивается при уменьшении  $T$ . При достижении некоторого значения  $B_c$  отмечено обратное поведение, т.е. при повышении температуры  $\rho_{xx}(B, T)$  растет. Для структуры с одиночной квантовой ямой эта тенденция хорошо прослеживается при  $B > B_c$  вблизи магнитных полей, где  $\rho_{xx}(B, T) = \rho_{xy}^c(B, T)$ . Температурно-независимая точка смещается в большие поля с повышением температуры. При  $B \approx 0,9$  Тл в образцах начинаются осцилляции Шубникова – де Газа (с фактором заполнения  $\nu = 8$ ). Отрицательное магнитосопротивление, наблюдаемое в области магнитных полей  $B \lesssim B_c$ , связано с квантовыми интерференционными поправками к проводимости.

При высоких температурах и в слабых магнитных полях, квантовые эффекты являются несущественными, и проводимость может быть рассчитана из кинетического уравнения (выражение Друде)

$$\sigma_{xx} = \frac{\sigma_D}{1 + (\omega_c \tau)^2}, \quad (1)$$

$$\sigma_{xy} = \omega_c \tau \sigma_{xx}.$$

В отсутствии магнитного поля в слабоупорядоченных 2D системах ( $k_F l \gg 1$ ) при низких температурах проводимость определяется проводимостью Друде  $\sigma_D = e^2 k_F l / h$  и вкладами от квантовых интерференционных поправок двух типов  $\Delta\sigma = \Delta\sigma^{WL} + \Delta\sigma^{ee}$  (слабая локализация и электрон-электронное взаимодействие). В диффузионном режиме  $k_B T \tau / \hbar \ll 1$  и в магнитных полях  $B > B_{tr} = \hbar(4eD\tau)^{-1}$  ( $D$  – коэффициент диффузии), где подавлены эффекты слабой ло-

кализации, продольное МС дается выражением [13]

$$\rho_{xx}(B, T) = \frac{1}{\sigma_D(T)} + (1 - (\mu(T)B)^2) \frac{|\Delta\sigma_{ee}(T)|}{\sigma_D(T)^2}. \quad (2)$$

Видно, что  $\rho_{xx}$  квадратичным образом зависит от  $B$  и при  $\mu B = 1$  перестает зависеть от  $T$  (так называемая, модель параболического отрицательного МС).

На рис. 1 для образца InGaAs/GaAs с одиночной квантовой ямой в интервале  $T = (1,8 - 20$  К) представлены экспериментальные зависимости  $\rho_{xx}(B)$ , на которых видна размытая по температуре  $T_{ind}$  точка. В [14] было показано, что такое размытие связано с температурной зависимостью подвижности электронов  $\mu(T)$ . В работе [12], где было изучено критическое поведение МС в области  $\omega_c \tau \approx 1$ , применен довольно грубый способ учета температурной зависимости  $\mu(T)$ : измеренные значения  $\rho_{xx}(B, T)$  и  $\rho_{xy}(B, T)$  были инвертированы в тензор магнетопроводимости (1), а при обратном превращении серия кривых  $\rho_{xx}^*(B, T)$  при разных температурах была посчитана с учетом зависимости  $\rho_{xy}(B, T = 1,8$  К) только для одной температуры.

На рис. 2 приведены те же данные, что и на рис. 1, построенные в координатах  $[(B - B_c); \rho_{xx}/\rho_D]$ , что позволяет аккуратно учесть зависимость  $\mu(T)$ . В полном соответствии с выражением (2) прекрасно видна температурно-независимая точка,  $T_{ind}$ . Полученные результаты позволяют сделать вывод, что природа температурно-независимой точки определяется совместным действием классического циклотронного движения и квантовых интерференционных эффектов слабой локализации и электрон-электронного взаимодействия.

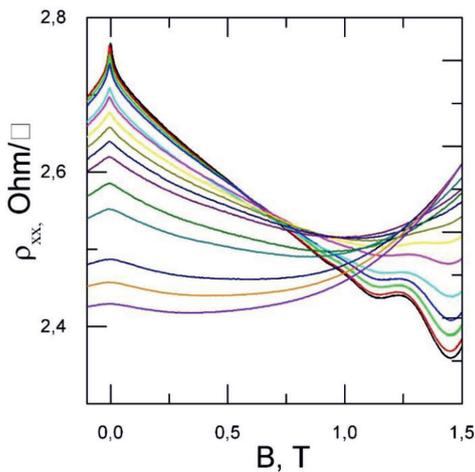


Рис. 1. Зависимости  $\rho_{xx}(B)$  при  $T = (1,8 - 20$  К)

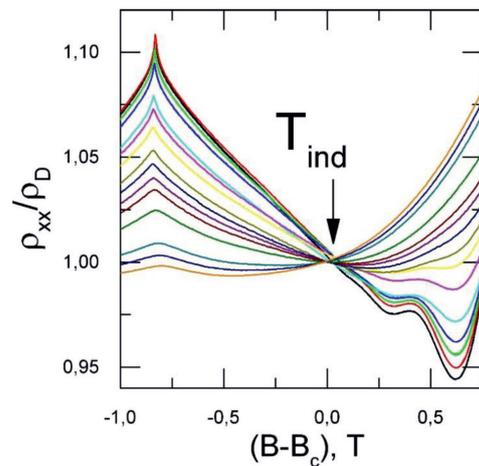


Рис. 2. Зависимость  $\rho_{xx}/\rho_D$  от  $(B - B_c)$  при  $T = (1,8 - 20$  К)

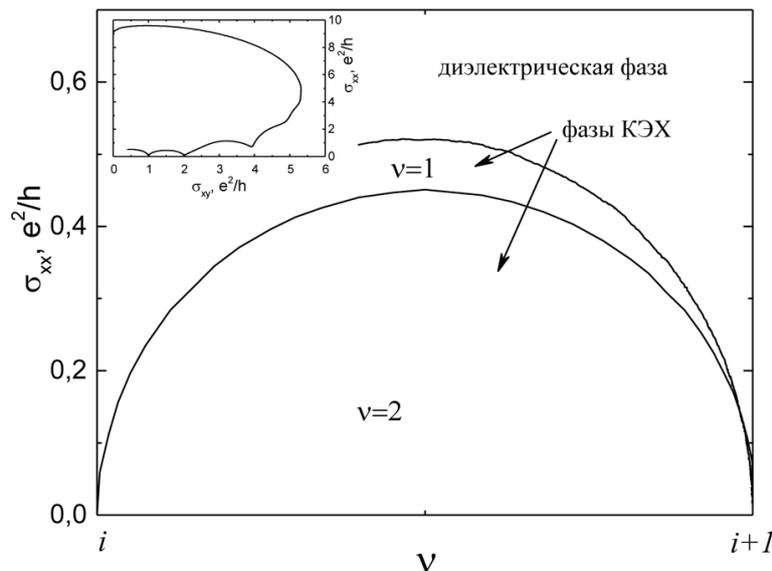


Рис. 3. Часть фазовой диаграммы КЭХ, согласно представлениям [3], структуры  $n\text{-In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}/\text{GaAs}$  с одиночной квантовой ямой при  $T = 0,05$  К, полученная в магнитных полях до 16 Тл. Обрыв линии, разграничивающей диэлектрическую фазу и фазу КЭХ с  $\nu = 1$ , соответствует достижению предельных значений магнитных полей в экспериментальной установке. На вставке: зависимость  $\sigma_{xx}(\sigma_{xy})$  при  $T = 0,05$  К

Согласно выводам [6] квантовый фазовый переход из диэлектрической фазы в фазу КЭХ возможен только тогда, когда в режиме КЭХ наблюдается только плато с номером  $n = 1$  ( $\nu = 1$ ). В этом случае классическая проводимость (1) при переходе КЭХ-диэлектрическая фаза в слабых магнитных полях может быть порядка  $e^2/2h$  и масштаб кроссовера  $\xi$  может быть микроскопическим. И тогда в  $T_{ind}$  точке должно наблюдаться скейлинговое поведение [10].

Для иллюстрации условий, в которых в нашей системе происходит переход из диэлектрической фазы в фазу КЭХ, была построена фазовая диаграмма (рис. 3), представляющая собой аналог глобальной фазовой диаграммы КЭХ [1]. В зависимости от степени беспорядка в системе переход из диэлектрической фазы в фазу КЭХ может происходить как через промежуточные фазы квантовохолловской жидкости, соответствующие факторам заполнения  $\nu > 1$ , так и непосредственно в фазу с  $\nu = 1$  [10]. Видно, что в нашей системе наблюдаются две хорошо выраженные фазы КЭХ с  $\nu = 2$  и  $\nu = 1$ , а значит, согласно [6], мы должны иметь дело с кроссовером в  $T_{ind}$  точке, что подтверждает наши выводы относительно ее происхождения.

Хочется отдельно выделить, что наблюдаемые нами пиковые значения  $\sigma_{xx} = 0,45 e^2/h$

для  $\nu = 2$  и  $\sigma_{xx} = 0,52 e^2/h$   $\nu = 1$  замечательно соответствуют предсказаниям теории (см., например, обзоры [7], что наблюдалось на эксперименте в единичных случаях (см. ссылки в работе [15]), что характеризует выбранную систему как идеальный модельный объект.

### Выводы

Итак, экспериментально показано, что происхождение температурно-независимой точки на семействе кривых  $\rho_{xx}(B, T)$ , находящейся при  $\omega_c \tau \approx 1$ , связано с совместным действием классического циклотронного движения и квантовых интерференционных эффектов слабой локализации и электрон-электронного взаимодействия, что может свидетельствовать в пользу того, что переход из диэлектрической фазы в фазу квантового эффекта Холла является кроссовером от слабой локализации (квантовые интерференционные эффекты в слабом магнитном поле) к сильной локализации в квантующих магнитных полях в режиме КЭХ.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Электрон» (Г.р. № АААА-А18-118020190098-5), при поддержке РФФИ: проекты № 18-02-00172 и № 18-02-00192; при частичной поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 18-10-2-6.

Список литературы

1. Kivelson S.A., Lee D.-H., Zhang Sh.-Ch. Global phase diagram in the quantum Hall effect. 1992. Phys. Rev. B. Vol. 46. P. 2223. DOI: 10.1103/PhysRevB.46.2223.
2. Bhardwaj S., Mkhitarian V.V., Gruzberg I.A. Supersymmetry approach to delocalization transitions in a network model of the weak-field quantum Hall effect and related models. 2014. Phys. Rev. B. Vol. 89. P. 235305. DOI: 10.1103/PhysRevB.89.235305.
3. Kai-Tong Wang, Fuming Xu, Yanxia Xing, Hong-Kang Zhao. Evolution of individual quantum Hall edge states in the presence of disorder. 2018. Front. Phys. Vol. 13. no. 4. P. 137306. DOI: 10.1007/s11467-018-0784-0.
4. Долгополов В.Т. Успехи физических наук. 2014. № 184. С. 113.
5. Ortuno M., Somoza A.M., Mkhitarian V.V., Raikh M.E. Phase diagram of the weak-magnetic-field quantum Hall transition quantified from classical percolation. 2011. Phys.Rev. B. Vol. 84. P. 165314. DOI: 10.1103/PhysRevB.84.165314.
6. Bodo Huckestein. Quantum Hall Effect at Low Magnetic Fields. 2000. Phys. Rev. Lett. Vol. 84. P. 3141. DOI: 10.1103/PhysRevLett.84.3141.
7. A.M.M. Pruisken, Topological principles in the theory of Anderson localization. 2010. International Journal of Modern Physics B. Vol.24. P. 1895. DOI: 10.1142/S0217979210064654.
8. Wang C., Avishai Y., Yigal Meir, X.R. Wang. Anti-levitation in integer quantum Hall systems. 2014. Phys.Rev.B. Vol. 89. P. 045314. DOI: 10.1103/PhysRevB.89.045314.
9. Pan W., Baldwin K.W., West K.W., Pfeiffer L.N., Tsui D.C. Antilevitation of Landau levels in vanishing magnetic fields. 2016. Phys.Rev.B. Vol. 94. P. 161303(R). DOI: 10.1103/PhysRevB.94.161303.
10. Song S.-H., Shahar D., Tsui D.C., Xie Y.H., Don Monroe. New Universality at the Magnetic Field Driven Insulator to Integer Quantum Hall Effect Transitions. 1997. Phys. Rev. Lett. Vol. 78. P. 2200. DOI: 10.1103/PhysRevLett.78.2200.
11. Gao K.H., Yu G., Zhou Y.M. et al. Insulator-quantum Hall conductor transition in high electron density gated InGaAs/InAlAs quantum wells. 2010. J. Appl. Phys. Vol. 108. P. 063701. DOI: 10.1063/1.3468376.
12. Савельев А.П., Арапов Ю.Г., Гудина С.В., Неверов В.Н., Подгорных С.М., Якунин М.В. Переход изолятор – квантово-холловская жидкость в гетероструктурах n-InGaAs/GaAs // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–3. С. 439–443.
13. Арапов Ю.Г., Гудина С.В., Карсканов И.В., Неверов В.Н., Харус Г.И., Шелушинина Н.Г. Вклады электрон-электронного взаимодействия и слабой локализации в проводимость гетероструктур p-Ge/Ge<sub>1-x</sub>Si<sub>x</sub> // Физика низких температур. 2007. Т. 33. № 2/3. С. 222. DOI: 10.1063/1.2409654.
14. Gudina S.V., Arapov Yu.G., Neverov V.N., Saveleyev A.P., Podgonykh S.M., Shelushinina N.G., Yakunin M.V. Effect of exchange electron-electron interaction on conductivity of InGaAs single and double quantum wells in ballistic regime. 2018. arXiv.org. arXiv:1808.08727.
15. Arapov Yu.G., Gudina S.V., Klepikova A.S., Neverov V.N., Harus G.I., Shelushinina N.G., Yakunin M.V. The Temperature Dependence of the Conductivity Peak Values in the Single and the Double Quantum Well Nanostructures n-InGaAs/GaAs After IR-illumination. 2017. Semiconductors. Vol. 51. no. 2. P. 272. DOI: 10.1134/S1063782617020026.

УДК 541.49.546:226.737(04)

## КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СУЛЬФАТОВ БИВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ С АЗОТСОДЕРЖАЩИМ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМ ЛИГАНДОМ

Малабаева А.М., Шыйтыева Н., Бердалиева Ж., Аламанова Э.А.

*Институт химии и фитотехнологий Национальной Академии наук Кыргызской Республики,  
Бишкек, e-mail: malabaeva1986@mail.ru*

Настоящая статья посвящена синтезу и физико-химическим свойствам координационных соединений сульфатов кобальта (II) и никеля (II) с азотсодержащим гетероциклическим лигандом – имидазолом. При исследовании фазовых равновесий в тройных водно-солевых системах  $\text{CoSO}_4\text{-C}_3\text{H}_4\text{N}_2\text{-H}_2\text{O(I)}$  и  $\text{NiSO}_4\text{-C}_3\text{H}_4\text{N}_2\text{-H}_2\text{O(II)}$  при 25 °С обнаружены конгруэнтнорастворимые координационные соединения состава  $[\text{Co}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_4]\text{SO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (I) и  $[\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_6]\text{SO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (II). На основании результатов термического, рентгенофазового анализов, а также ИК-спектроскопии можно утверждать, что в составе (I) и (II) координационный полиэдр достраивается до октаэдра при монодентатной координации шести молекул имидазола, а ацидо- и аквалиганды находятся во внешней координационной сфере. Состав, свойства и строение комплексов (I) и (II) изучены различными методами физико-химического анализа. На основании сравнительного анализа процессов термолитиза лиганда и комплексов установлен механизм разложения: комплексы (I) и (II) разлагаются со ступенчатым удалением кристаллизационной воды и гетероциклического лиганда – имидазола. Стадийность термопревращений зависит от природы ацидолиганда, иона – комплексообразователя и хелатного строения комплексов. По данным РФА вычислены межплоскостные расстояния, интенсивности пиков дифрактограммы, параметры элементарной ячейки, пространственная группа. Установлено, что кристаллы комплексов (I) и (II) принадлежат к моноклинной сингонии. Методом ИК-спектроскопии установлено, что имидазол проявляет себя как монодентатный лиганд, координируя с металлами через пиридиновый N-атом имидазольного цикла.

**Ключевые слова:** ИК-спектроскопия, рентгенофазовый анализ, термогравиметрический анализ, комплекс, сульфат никеля, сульфат кобальта, имидазол

## COORDINATION COMPOUNDS OF SULPHATES OF BIVALENT METALS WITH NITROGEN-CONTAINING HETEROCYCLIC LIGAND

Malabaeva A.M., Shyytyeva N., Berdalieva Zh., Alamanova E.A.

*Institute of Chemistry and Phytotechnology of National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,  
Bishkek, e-mail: malabaeva1986@mail.ru*

This present article is devoted to the synthesis and study of the physicochemical properties of Cobalt (II) and Nickel (II) sulfates coordination compounds with nitrogen – containing heterocyclic ligand-imidazole. In studies of phase equilibrium in triple water-salt systems  $\text{CoSO}_4\text{-C}_3\text{H}_4\text{N}_2\text{-H}_2\text{O(I)}$  and  $\text{NiSO}_4\text{-C}_3\text{H}_4\text{N}_2\text{-H}_2\text{O(II)}$  at 25 °С congruent-soluble coordination compounds of  $[\text{Co}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_4]\text{SO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O(I)}$  and  $[\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_6]\text{SO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O(II)}$  were detected. On the basis of thermal, x-ray phase analysis and IR spectroscopy that the coordination polyhedron composition (I) and (II) is completed to an octahedron with coordination monodentate six molecules of imidazole, and azide and Aqualand at the outer coordination sphere. The composition, characteristics, and structures of complexes (I) and (II) have been studied by various methods of physics-chemical analysis. Based on a comparative analysis of ligand thermolysis processes and complexes, the decomposition mechanism was detected: complexes (I) and (II) are decomposed with a stepwise removal of crystallization water and a heterocyclic ligand-imidazole. The stage of thermal transformations depends on the nature of the acidide, the complexing ion and the chelate structure of the complexes. From XRD data, the interplanar distances, intensity of diffraction peak, cell parameters and spatial group were calculated. It was revealed, that the crystals of the complexes (I) and (II) belong to the monoclinic system. IR spectroscopy showed that imidazole revealing itself as a monodentate ligand, coordinating with metals through the pyridine N-atom of the imidazole cycle.

**Keywords:** IR spectroscopy, x-ray phase analysis, thermo gravimetric analysis, complex, Nickel sulfate, Cobalt sulfate, imidazole

В последнее время все больший интерес для биокоординационной химии представляет синтез, физико-химические исследования и оценка биоактивности комплексов гетероциклических лигандов с солями «биогенных» металлов. Во многих случаях лиганды, находясь в составе комплексов, проявляют биоактивность, не свойственную лигандам в свободном состоянии. Например, потенциально биоактивный N,N-содержащий лиганд – ими-

дазол и его производные – в комплексе с биометаллами в силу синергетического эффекта может проявить ещё большую биоактивность, чем исходные компоненты, что в дальнейшем приведет к получению новых лекарственных препаратов широкого спектра действия.

К тому же имидазолы известны своей фармакоактивностью и представляет собой важный класс биоактивных соединений основных исходных реагентов для синтеза

многих препаратов биомедицинского назначения и обладают антимикробными [1], антигрибковыми [2], антигельминтными [3, 4], а также противоопухолевыми [5] и противотуберкулезными [6] свойствами. Вместе с тем многие имидазолы обладают рядом побочных эффектов и являются крайне токсичными [7, 8].

Поэтому в последние годы ведется интенсивная работа по синтезу координационных соединений имидазола с солями «биогенных» металлов (Cu, Co, Zn и др.). Комплексообразование солей металлов позволяет снизить токсичность, повысить селективность и биодоступность координационных соединений.

Цель исследования: синтез и исследование физико-химических свойств и строения комплексных соединений имидазола с сульфатами кобальта и никеля.

### Материалы и методы исследования

Изучение фазовых равновесий в системах неорганическая соль – имидазол – вода проводилось методом изотермической растворимости при 25 °С. Выбор данного метода продиктован следующими его преимуществами: в системах устанавливается устойчивое равновесие, метод позволяет наиболее полно исследовать процессы комплексообразования и изучать взаимодействие между компонентами без разделения на отдельные вещества, выявить тип растворимости образующихся соединений, установить точный молекулярный состав и концентрационные пределы их выделения. При выполнении исследований применялись соли металлов и имидазола марки «ч.д.а.». Азот имидазола определили по методу Кьельдаля, содержание ионов кобальта, никеля – трилонометрическим методом в присутствии индикатора мурексида.

Термогравиметрические спектры соединений получали на Q-дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей в статической воздушной атмосфере, скорость нагревания 10 град/мин, держатель образца керамический тигель без крышки, эталон – оксид алюминия.

ИК-спектры поглощения регистрировали на ИК-Фурье – спектрометре Frontier Perkin – Elmer (4000–350 см<sup>-1</sup>): образцы готовили в виде таблеток с КВг.

Фазовый состав комплексов изучали с помощью дифрактометра «ДРОН-3М (CuKα-излучение), 2θ = 2 град/мин.

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате взаимодействия имидазола и сульфата Co (II) и Ni (II) в трехкомпонентной воднонасыщенной среде при 25 °С были синтезированы соединения состава [Co(Im)<sub>6</sub>]SO<sub>4</sub>·(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> (I) и [Ni(Im)<sub>6</sub>]SO<sub>4</sub>·(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> (II), где Im – молекула имидазола (рис. 1, а, б). Их индивидуальность идентифицирована методами элементного, термического, рентгенофазового анализов и ИК-спектроскопией.

Оба комплекса конгруэнтнорастворимы в воде и выделены в кристаллическом виде.

Элементный состав соединений:

1. [Co(Im)<sub>6</sub>]SO<sub>4</sub>·(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>
  - а) найдено: Co = 8,9%; C = 32,7%; N = 25,1%; H = 3,4%;
  - б) вычислено: Co = 9%; C = 33%; N = 25,7%; H = 3,6%;
2. [Ni(Im)<sub>6</sub>]SO<sub>4</sub>·(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>
  - а) найдено: Ni = 9,67%; C = 35,9%; N = 27,7%; H = 3,8%;
  - б) вычислено: Ni = 9,77%; C = 36%; N = 28%; H = 4%.

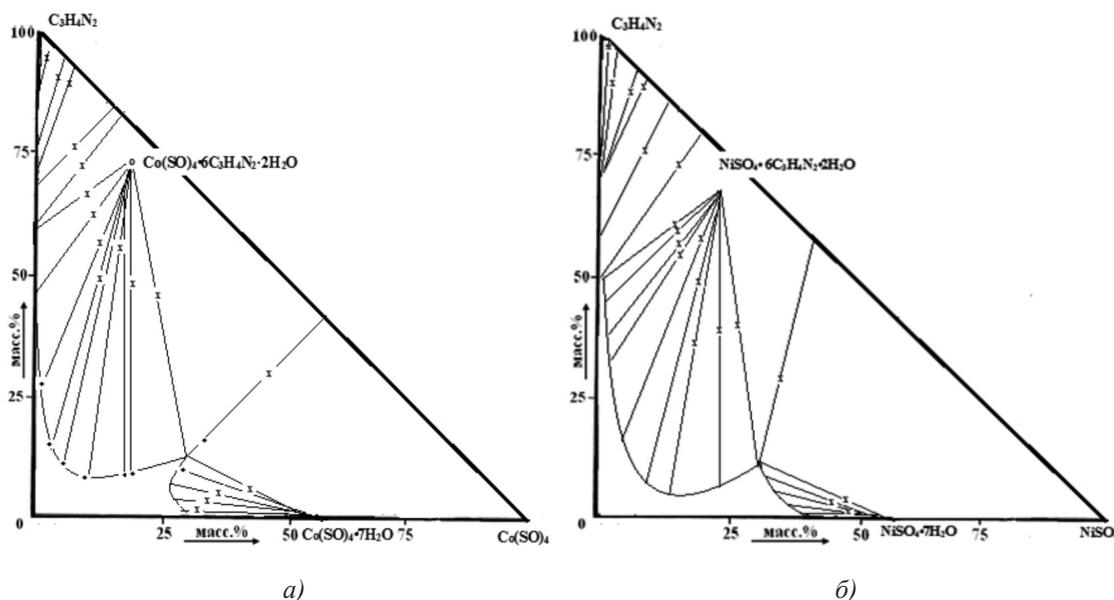


Рис. 1. Диаграмма растворимости в системах: а)  $CoSO_4 - C_3H_4N_2 - H_2O$ ; б)  $NiSO_4 \cdot C_3H_4N_2 \cdot H_2O$  при 25 °С

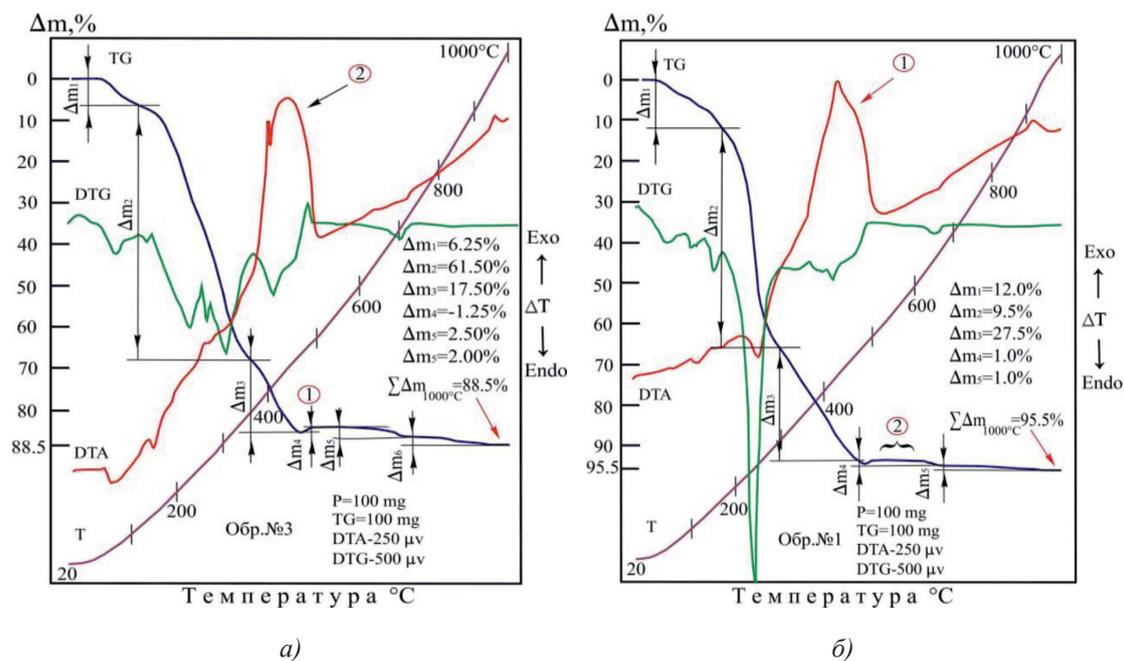


Рис. 2. Термограммы комплексов: а)  $[Co(Im)_6]SO_4 \cdot (H_2O)_2$ ; б)  $[Ni(Im)_6]SO_4 \cdot (H_2O)_2$

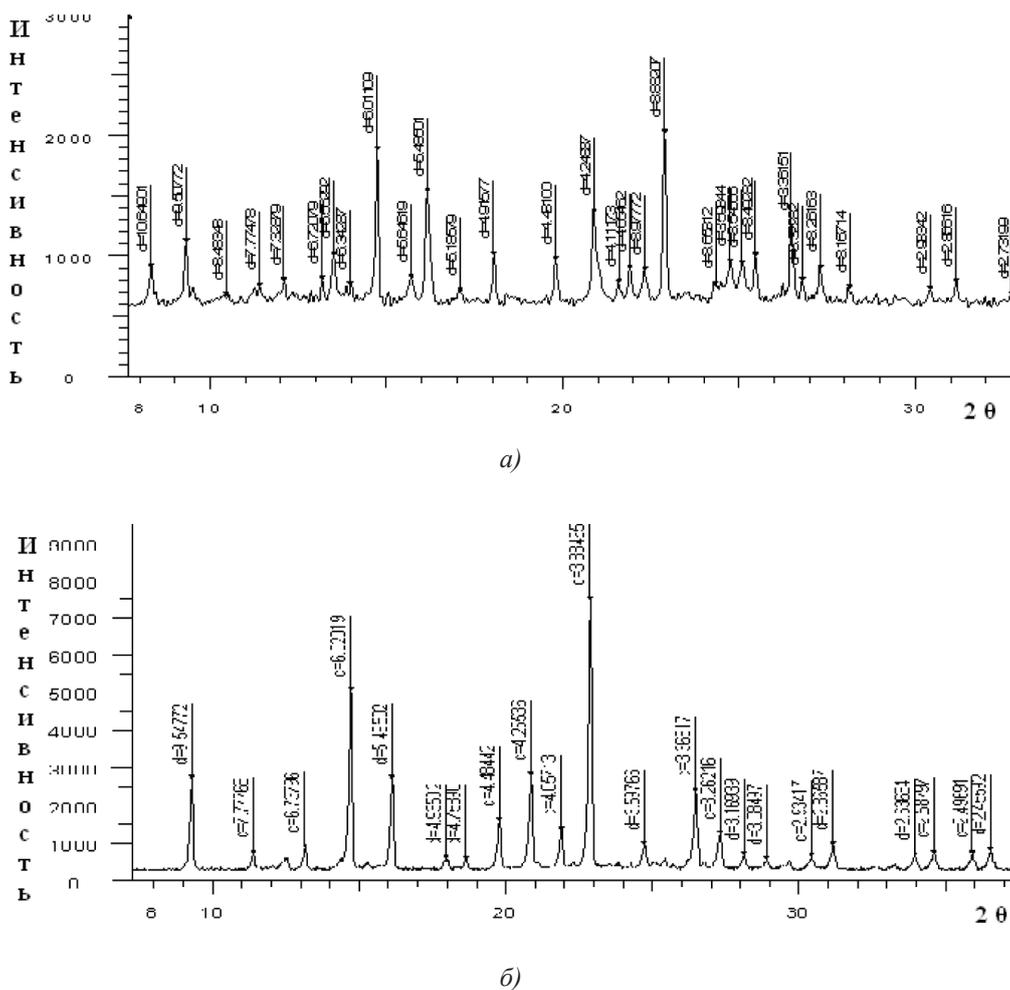


Рис. 3. Дифрактограммы соединений: а)  $[Co(Im)_6]SO_4 \cdot 2H_2O$ ; б)  $[Ni(Im)_6]SO_4 \cdot 2H_2O$

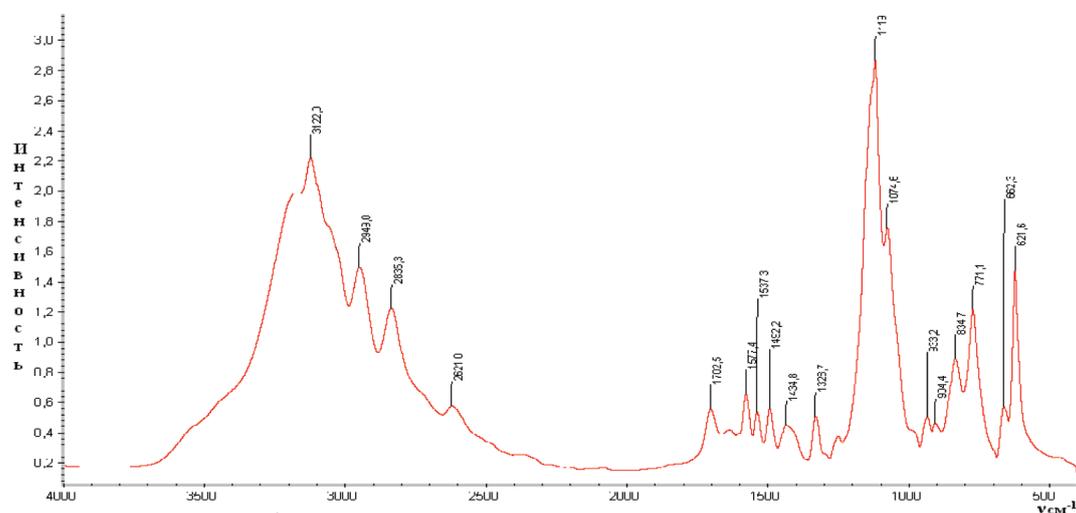
На термограмме комплекса  $[\text{Co}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$  интенсивно разлагается в интервале температур от 55 до 400 °С с одним эндоэффектом с максимумом при 249 °С и одним большим экзоэффектом с максимумом при 413 °С: последний термоэффект, по-видимому, соответствует образованию оксидов, металлопродуктов разложения соединения (рис. 2, а).

Термограмма комплекса  $[\text{Ni}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$  отличается сложным характером термической деструкции (рис. 2, б). Потеря массы происходит в две стадии, от 40 до 390 °С и от 400 до 680 °С, что проявляется в появлении эндо- и экзотермических эффектов. Процесс разложения полностью заканчивается при 680 °С. Главными ста-

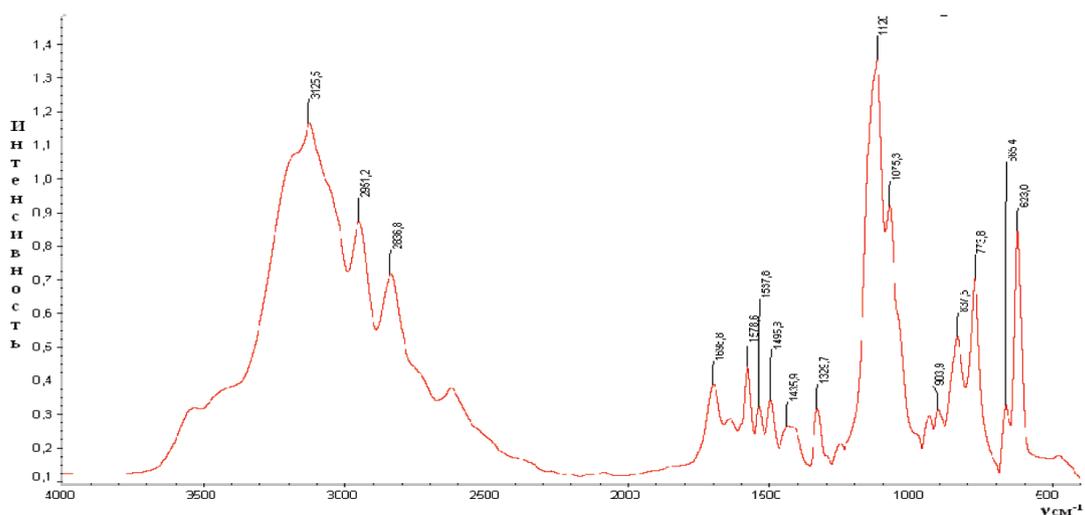
диями процесса термического разложения комплекса Ni (II) является отщепление молекулы имидазола: кристаллизационная вода выделяется отдельно при 120 °С.

На основе рентгенофазового анализа комплексов  $[\text{Co}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ ,  $[\text{Ni}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  определены межплоскостные расстояния, относительные интенсивности дифракционных линий, пространственные группы и число формульных единиц (рис. 3, а, б).

Рассчитаны параметры элементарной ячейки кристаллов: для комплекса  $[\text{Co}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$  –  $a = 8,4025 \text{ \AA}$ ;  $b = 9,1270 \text{ \AA}$ ;  $c = 9,9231 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 105,791^\circ$ , пр.гр. =  $P2/n_1$ ,  $Z = 2$ , а для комплекса  $[\text{Ni}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$  –  $a = 9,6591 \text{ \AA}$ ;  $b = 7,7666 \text{ \AA}$ ;  $c = 6,8397 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 100,118^\circ$ , пр.гр. =  $P2/n_1$ ,  $Z = 2$ .



а)



б)

Рис. 4. ИК-спектры поглощения комплексов: а)  $[\text{Co}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ ; б)  $[\text{Ni}(\text{Im})_6]\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ .

С целью определения строения координационного узла сульфатных комплексов использован метод ИК-спектроскопии.

При исследовании методом ИКС установлено, что в спектрах сульфатных металлокомплексов наблюдаются сдвиг в высокочастотную область колебательных поглощений валентных циклических  $C=N$ ,  $C=C$ ,  $C-N$  – связей на 10–35 и 20–35 и на  $15\text{ см}^{-1}$ , а также внеплоскостных колебаний имидазольного цикла на  $15\text{--}20\text{ см}^{-1}$ , что подтверждают координацию имидазола с металлами посредством пиридинового N-азота.

В комплексных соединениях  $Co(II)$  и  $Ni(II)$  состава 1:6:2 вода находится в виде кристаллогидратов, на что указывает присутствие в их спектрах полос поглощений кристаллизационной воды:  $\nu_{OH}$  – при  $3150\text{ см}^{-1}$ ,  $\delta_{non}$  при  $1750\text{ см}^{-1}$  и  $\rho_{H_2O}$  при  $540\text{--}510\text{ см}^{-1}$  (рис. 4, а, б).

А также в ИК-спектрах комплексов найдены широкие полосы в области  $1020\text{--}1145\text{ см}^{-1}$ , обусловленные валентными, а при  $545\text{--}622\text{ см}^{-1}$  деформационными колебаниями сульфатогруппы. Форма и характер этих полос поглощения дает возможность предполагать, что сульфат-ион в комплексах сохраняет свою ионную форму, находясь во внешней сфере комплексов.

Таким образом, на основании данных элементного термического рентгенофазового анализа, а также ИК-спектроскопией установлено, что в комплексах, состава 1:6:2 катионы.

$Co(II)$ ,  $Ni(II)$  находятся в центре и координированы шестью атомами пиридинового азота от шести молекул имидазола, координационный полиэдр имеют октаэдрическую конфигурацию, а аква-, ацидо- лиганды расположены во внешней координационной сфере.

### Выводы

Методом фазовых равновесий изучены взаимодействие сульфатов  $Co(II)$ ,  $Ni(II)$  с имидазолом в воднонасыщенной среде при  $25\text{ }^\circ\text{C}$  и найдены оптимальные условия выделения конгруэнтнорастворимых комплексов состава  $[Co(Im)_6]SO_4 \cdot (H_2O)_2(I)$  и  $[Ni(Im)_6]SO_4 \cdot (H_2O)_2(II)$ .

Методами элементного, ДТА, РФА и ИК-спектроскопии установлены состав и строение полученных комплексов.

По данным порошковой рентгеновской дифракции определены кристаллические структуры комплексов (I) и (II). Полученные фазы соединений характеризуется моноклинной сингонией с параметрами элементарной ячейки, с пространственной группой  $P2/n_1$ .

Термогравиметрическим методом установлено, что процесс термической деструкции является многостадийным и включает процесс дегидратация комплексов, термолузу катионной и анионной части с окислением металлов до окислов.

Изучением ИК-спектров показано, что комплексы являются молекулярными соединениями с донорно-акцепторной связью, образованными при участии  $sp^2$  гибридизованного атома азота гетерокольца, кристаллический тип – октаэдрический.

### Список литературы

1. Карпов С.В., Еремкин А.В., Соленова Е.А., Павлова С.И. Синтез и исследование антимикробной активности ряда новых циалосодержащих производных никотиновой кислоты и имидазола // *Здравоохранение Чувашии*. 2013. № 4. С. 79–81.
2. Зырянов С.К., Леонов М.В. Терапевтическая значимость фармакокинетики противогрибковых средств // *Клиническая фармакокинетика*. 2006. № 1 (1). С. 49–63.
3. Тоимбетова Н.Р., Арзыбаева М., Малабаева А., Шыйтыева Н. Эффективность химедола при мониезиозе овец // *Российский паразитологический журнал*. 2018. Т. 12. № 2. С. 62–67.
4. Арзыбаев М.А., Дюшеналиева Ч.К., Сулайманкулов К.С., Шыйтыева Н. Испытания биологической активности диаквадобензимидазола сульфата меди // *Актуальные проблемы болезни молодняка в современных условиях: сборник Международной конференции (Воронеж, 2002 г.)*, 2002. С. 45–49.
5. Kadavakollu S., Stailey C., Kunapareddy C.S., White S. Клотримазол как лекарство от рака: краткий обзор // *Med. Chem*. 2014. Вып. 4. С. 722–724. DOI: 10.4172/2161-0444.1000219.
6. Брицун В.Н., Карпов П.А., Емец А.И., Лозинский М.О. Противотуберкулезные свойства производных имидазола и бензимидазола // *Журнал органической и фармацевтической химии*. 2011. № 3. С. 3–14.
7. Миленина М.В., Мусаев М.Б. Доклиническое тестирование нового отечественного супрамолекулярного комплекса триклабендазола на эмбриотропную активность // *Российский паразитологический журнал*. 2017. Вып. 3. Т. 41. С. 266–276.
8. Напалкова В.В., Бирюково Н.П. Оценка эмбриотоксических и тератогенных свойств триклабендазола суспензии // *Российский паразитологический журнал*. 2017. Вып. 3. Т. 41. С. 277–281.

УДК 54-3:546.171.1:532.77:661.728.88

## ИММАНЕНТНЫЕ СВОЙСТВА АММИАЧНО-АММОНИЙНЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АММИАКАТОВ МЕДИ

**Перетрутов А.А., Петровский А.М., Чубенко М.Н., Ким П.П., Калачев Н.А., Литова Т.В.**

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Нижний Новгород, e-mail: Lab202@dfngtu.nnov.ru*

Приведены результаты исследования изменения некоторых имманентных свойств аммиачно-аммонийно-хлоридных растворов в процессе массопереноса через границы раздела жидкой и твердой фаз при химическом растворении оксида меди (II). Настоящее сообщение относится к определению электродного потенциала  $\varphi$ , мВ на границе электрод – образованный раствор комплексного соединения меди в момент завершения всех диффузионных и химических процессов, а также закономерности его изменения в зависимости от исходной концентрации аммиака (3,014; 5,71; 8,56; 11,4 моль/л), хлорида аммония (0,935; 1,871; 2,806; 3,741; 4,677; 5,613 моль/л) и количества растворенного оксида меди. Характер изменения  $\varphi$  в процессе растворения оксида меди для исходных концентраций аммиака описан математической аппроксимацией. Значения величины электродного потенциала удовлетворительно коррелируются с pH-раствора. В работе представлены математические уравнения зависимости электродного потенциала от исходных концентраций хлорида аммония при постоянной концентрации растворенного оксида меди. Определены зависимости изменения текущих концентраций аммиака и хлорида аммония в процессе образования раствора комплексного соединения. Приведены результаты аналитических и графических расчетов соотношения молей аммиака и хлорида аммония для экстремальных точек в условиях постоянства электродного потенциала и pH-раствора. Установлено, что оптимальные соотношения в процессе растворения не сохраняются в области повышенных концентраций аммиака, вследствие расхода хлорида аммония на образование тетрааммина при растворении оксида меди. Представлены графические зависимости изменения потенциала при введении компенсационных добавок аммонийной соли, израсходованной на образование дихлортетрааммиаката меди.

**Ключевые слова:** дихлортетрааммиакат меди, электродный потенциал, pH-раствор, аммиачная вода, хлорид аммония, оксид меди

## IMMUNENTAL PROPERTIES OF AMMONIUM-AMMONIUM AQUEOUS SOLUTIONS OF AMMONIACATE COPPER

**Peretrutov A.A., Petrovskiy A.M., Chubenko M.N., Kim P.P., Kalachev N.A., Litova T.V.**

*Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,  
e-mail: Lab202@dfngtu.nnov.ru*

The results of the study of changes in some of the immanent properties of ammonium chloride solutions during mass transfer across the interface between the liquid and solid phases during chemical dissolution of copper (II) oxide are presented. This message refers to the definition of the electrode potential  $\varphi$ , mV at the border of the electrode – the formed solution of the complex copper compound at the time of completion of all diffusion and chemical processes, as well as the laws of its change depending on the initial ammonia concentration (3,014; 5,71; 8,56; 11,4 mol/l), ammonium chloride (0,935; 1,871; 2,806; 3,741; 4,677; 5,613 mol/l) and the amount of dissolved copper oxide. The nature of the change in  $\varphi$  in the process of dissolution of copper oxide for the initial concentrations of ammonia is described by approximation. The values of the potential correlate satisfactorily with the pH of the solution. The paper presents equations for the dependence of the electrode potential on the initial concentrations of ammonium chloride at a constant concentration of dissolved copper oxide. The dependences of changes in current concentrations of ammonia and ammonium chloride during the formation of a solution of a complex compound are determined. The results of analytical and graphical calculations of the ratio of moles of ammonia and ammonium chloride for extreme points under the conditions of the constancy of the electrode potential and the pH solution are presented. It is established that the optimal ratios in the process of dissolution are not preserved in the region of elevated concentrations of ammonia, due to the consumption of ammonium chloride for the formation of tetraammine when copper oxide dissolves.

**Keywords:** copper dichlorotetraamylate, electrode potential, pH solution, ammonia water, ammonium chloride, copper oxide

Исследования физико-химических свойств медно-аммиачно-аммонийных растворов, образующихся при экстрагировании оксида меди аммиачной водой, содержащей хлорид аммония, необходимы для создания основ технологии извлечения соединений меди из первичных промышленных отходов производства черных и цветных металлов, химии и нефтехимии, электронной промышленности и последую-

щей переработки полученных электролитов на порошковую медь [1, 2]. Фундаментальные и прикладные исследования по комплексному решению вопросов утилизации вторичных руд, содержащих цветные металлы, актуальны вследствие возможности экономии первичного сырья и уменьшения экологической нагрузки на районы расположения добывающих и перерабатывающих предприятий отрасли.

На основании экспериментальных результатов, аналитических и графических расчетов определить оптимальные соотношения молей аммиака и хлорида аммония для экстремальных точек в условиях постоянства электродного потенциала и pH-раствора для выдачи исходных данных и проектирования узлов промышленного извлечения меди гидрометаллургическим способом из промышленных отходов (вторичных руд) и электролитической или гидролитической переработки полученных экстрактов.

Методом исследования является регистрация изменения потенциала электрода на границе с образуемым раствором в процессе массопереноса через границу раздела жидкой и твердой фаз при химическом растворении оксида меди (II). Метод исследования аналогичен изучению имманентных свойств тетрааммиаков цинка [3] с естественным отличием в использовании оксида меди квалификации «ЧДА» по ГОСТ 16539-90. Концентрацию меди оценивали по сумме навесок, внесенных в раствор, и определяли фотоколориметрически [4].

### Результаты исследования и их обсуждение

Для возможности сравнения результатов настоящей работы с упомянутой ранее [3] были приготовлены и использованы растворы с исходными концентрациями аммиака и хлорида аммония, приведенными выше. Максимальная концентрация оксида меди в водно-аммиачно-аммонийном растворе практически соответствовала растворимости тетрааммонийного комплекса.

В процессе массопереноса и химического растворения оксида меди ( $C_{CuO}$ , моль/л) фиксировали изменение электродного потенциала и pH образующегося раствора. На основании полученных результатов установлено, что растворение сопровождается изменением электродного потенциала и концентрации ионов водорода, что представлено в виде графиков  $\varphi = f(C_{Cu^{2+}})$ ,  $pH = f(C_{Cu^{2+}})$  и уравнений для исходных растворов в 5%-ной (рис. 1), в 10%-ной (рис. 2), 15%-ной (рис. 3) и 20%-ной аммиачной воде (рис. 4), приведенных в табл. 1.

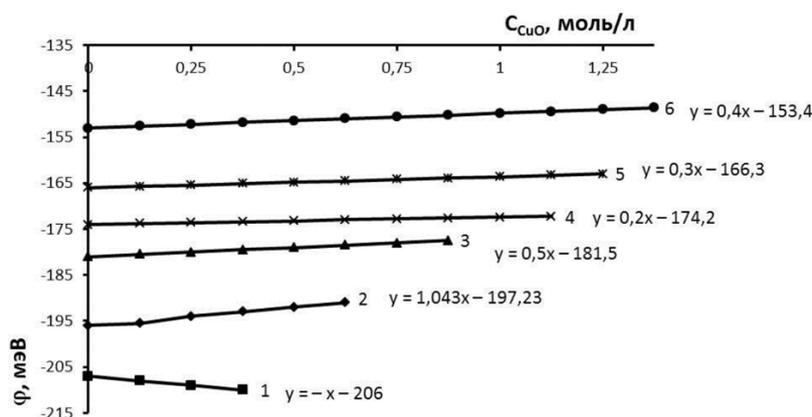


Рис. 1. Изменение электродного потенциала медно-аммиачно-аммонийного раствора с исходной концентрацией аммиака 5% (3,014 моль/л) и хлорида аммония, моль/л: 1 – 0,935; 2 – 1,871; 3 – 2,806; 4 – 3,741; 5 – 4,677; 6 – 5,613 при растворении оксида меди

Таблица 1

Аппроксимация изменения pH при химическом растворении оксида меди

№ п/п	Концентрация $NH_4Cl$ в растворе, моль/л	pH при концентрации аммиака в растворе, % мас. (моль/л)			
		5% (3,04)	10% (5,71)	15% (8,56)	20% (11,4)
1	2	3	4	5	6
2	0,935	$10,41 + 0,0075x^2 - 0,0252x$	$10,54 + 0,01x$	$10,65 + 0,01x$	$10,65 + 0,01x$
3	1,871	$10,27 + 0,0017x^2 - 0,0252x$	$10,43 + 0,008x$	$10,39 + 0,0041x$	$10,39 + 0,0041x$
4	2,806	$10,01 + 0,0002x^2 - 0,0082x$	$10,19 - 0,01x$	$10,11 + 0,0047x$	$10,11 + 0,0047x$
5	3,741	$9,91 - 0,0108x$	$10,06 - 0,01x$	$9,97 - 0,0098x$	$9,97 - 0,0098x$
6	4,677	$9,76 - 0,01x$	$9,99 - 0,01x$	$9,81 - 0,01x$	$9,81 - 0,01x$
7	5,613	$9,63 - 0,01x$	$9,89 - 0,01x$	$9,79 - 0,012x$	$9,79 - 0,012x$

При химическом растворении оксида меди в 5%-ном водно-аммиачном растворе (3,014 моль/л) при начальной концентрации хлорида аммония 0,935 моль/л (рис. 1, кривая 1) происходит постепенное увеличение отрицательной величины электродного потенциала и рост рН-раствора (табл. 1, строка 2, столбец 3). Растворение при увеличенной концентрации хлорида аммония в два и более раза приводит к уменьшению абсолютной величины электродного потенциала [φ] и уменьшению рН-раствора. Следовательно, функции  $dφ = f(C_{NH_4Cl})$  и  $d(pH) = f(C_{NH_4Cl})$  при  $C_{CuO} = const$  имеют экстремум  $dφ/d(C_{NH_4Cl}) = ±0$  и  $d(pH)/d(C_{NH_4Cl}) = ±0$ , положение которого аналитически и графически определяется равным  $C_{NH_4Cl} = 1,565$  моль/л. Уравнение графика изменения рН при постоянном количестве растворенного оксида меди, например 0,625 моль/л, соответствует выражению

$$y = -0,4654 \ln(x) + K, \quad (1)$$

в котором:  $x$  – концентрация хлорида аммония, а свободный член уравнения  $K$  представляет собой экспериментальное значение рН исходного аммонийно-аммиачного раствора, соответствующее определяемому по уравнению Гендерсона – Гассельбаха [5]. Выражение, в общем виде характеризующее изменение рН раствора в процессе образования тетрааммиаката меди, записывается следующим образом:

$$pH = pK_{H_2O} - pK_{NH_4OH} + \lg(C_{NH_4OH}/C_{NH_4Cl}) + K_{11}x^2 + K_{21}x, \quad (2)$$

где  $K_{H_2O}$  – ионное произведение воды  $1 \cdot 10^{-14}$ ;  $K_{NH_4OH}$  – константа диссоциации гидрата аммиака, равная  $1,76 \cdot 10^{-5}$  при 293 К;  $C_{NH_4OH}$  –

концентрация гидрата аммиака, моль/л;  $C_{NH_4Cl}$  – концентрация хлорида аммония, моль/л,  $x$  – концентрация оксида меди, моль/л. Приведенное уравнение пригодно для концентраций хлорида аммония от 0,935 до 2,806 моль/л при концентрации аммиака 5%. Для данного аммиачного раствора повышение мольной концентрации хлорида аммония выше 2,806 упрощает уравнение, описывающее изменение рН в процессе образования тетрааммиаката:

$$pH = pK_{H_2O} - pK_{NH_4OH} + \lg(C_{NH_4OH}/C_{NH_4Cl}) + K_{21}x. \quad (3)$$

Вид уравнений и значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  приведены в табл. 1.

Увеличение исходной концентрации аммиака в 2 раза (рис. 2) приводит к увеличению исходной отрицательной величины электродного потенциала и росту рН-раствора, вызывает увеличение растворимости оксида меди в процессе образования медно-аммиачно-аммонийного раствора (МААР) в области концентраций хлорида аммония 0,935–1,871 моль/л. Такой характер протекающих процессов обусловлен увеличением доли несвязанного аммиака.

Для серии опытов с исходной концентрацией аммиака 10,1% (5,71 моль/л) экстремум функции  $dφ/d(C_{CuO}) = f(C_{NH_4Cl})$  лежит в области  $1,871 \div 2,806$  моль/л  $NH_4Cl$ . Координаты экстремума  $C_{NH_4Cl} = 2,34$  моль/л. Для серии опытов с исходной концентрацией аммиака 15,2% (8,56 моль/л) координаты экстремума 3,39 моль/л  $NH_4Cl$ , а для раствора с концентрацией аммиака 20% (11,4 моль/л) экстремальная точка имеет координату 4,209 моль/л  $NH_4Cl$ .

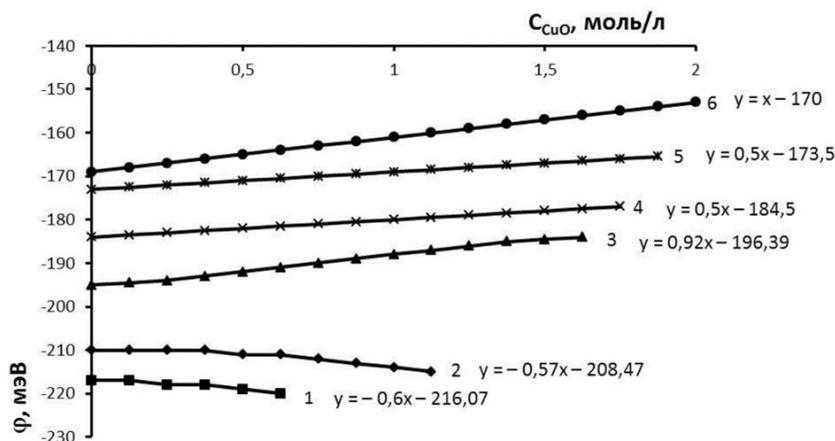


Рис. 2. Изменение электродного потенциала медно-аммиачно-аммонийного раствора с исходной концентрацией аммиака 10,1% (5,71 моль/л) и хлорида аммония, моль/л: 1 – 0,935; 2 – 1,871; 3 – 2,806; 4 – 3,741; 5 – 4,677; 6 – 5,613 при растворении оксида меди

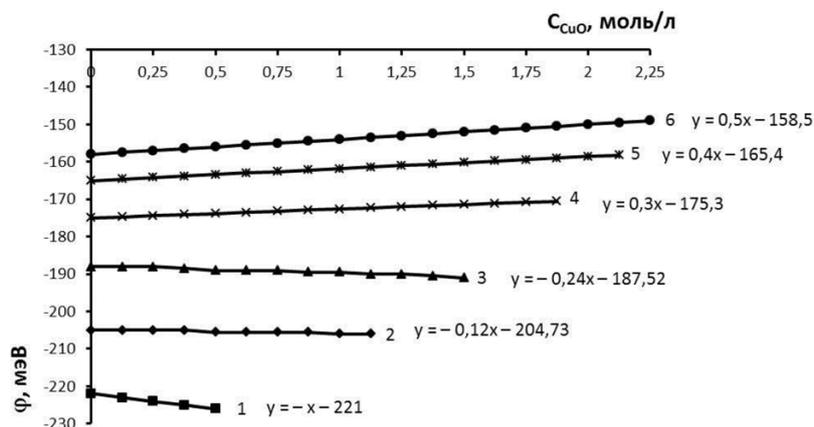


Рис. 3. Изменение электродного потенциала медно-аммиачно-аммонийного раствора с исходной концентрацией аммиака 15,2% (8,56 моль/л) и хлорида аммония, моль/л: 1 – 0,935; 2 – 1,871; 3 – 2,806; 4 – 3,741; 5 – 4,677; 6 – 5,613 при растворении оксида меди

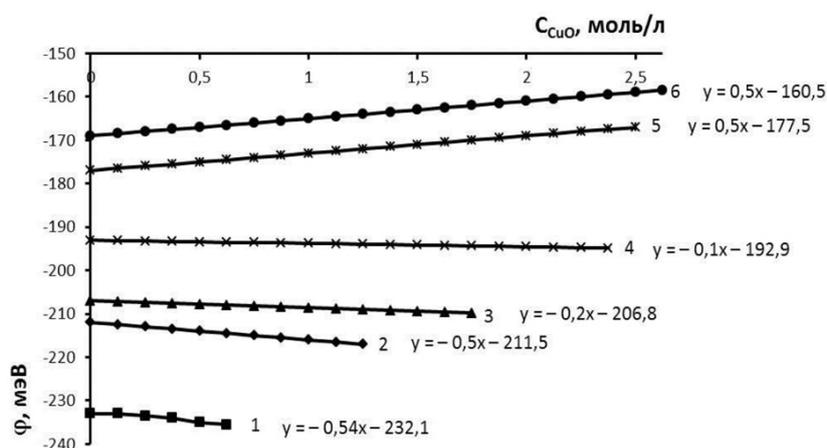


Рис. 4. Изменение электродного потенциала медно-аммиачно-аммонийного раствора с исходной концентрацией аммиака 20% (11,4 моль/л) и хлорида аммония, моль/л: 1 – 0,935; 2 – 1,871; 3 – 2,806; 4 – 3,741; 5 – 4,677; 6 – 5,613 при растворении оксида меди

Концентрация аммиака 15,2% в исходном водно-аммиачном растворе (рис. 3) приводит к увеличению потенциала до 220 мВ и рН до 10,65 при концентрации хлорида аммония 0,935 моль/л. Одновременно возрастает растворимость оксида меди, т.е. движущая сила процесса растворения, при котором рост отрицательной величины потенциала наблюдается в области 0,935–2,806 моль/л хлорида аммония, соответственно, растет рН-МААР (табл. 1, столбец 3, строки 1, 2, 3). Для 20%-ного раствора (рис. 4) аналогичный рост отрицательной величины потенциала проявляется в диапазоне 0,935–3,741 моль/л хлорида аммония.

Из приведенных рисунков и табл. 1 следует, что кратное увеличение исходной концентрации аммиака и хлорида аммония вызывает рост растворимости оксида меди,

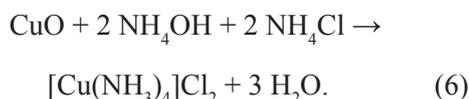
определяет при этом соответствующее изменение  $\phi$ , мВ и рН. рН тетрааммиачного раствора меди с ее соответствующим растворимости содержанием, определяется из уравнения

$$\phi = \phi_{5\%} + K \cdot C_{\text{CuO}}, \quad (4)$$

$$\text{pH} = \text{pH}_{5\%} - K \cdot C_{\text{CuO}}, \quad (5)$$

где  $\text{pH}_{5\%}$  – значение рН раствора, определенное из уравнения (2);  $K$  – коэффициент пропорциональности, характеризующий влияние растворяемого оксида меди на кислотность среды. Пользуясь уравнениями (4) и (5), можно определить  $\phi$  и рН раствора, образованного аммиаком и хлоридом аммония с промежуточными концентрациями и концентрациями, превышающими верхний предел изученного интервала концен-

траций аммиака. Так, значение pH раствора, полученного при растворении оксида меди в 25%-ной аммиачной воде, содержащей 4,677 молей хлорида аммония, при растворимости оксида меди 2,6 моль/л составит 9,95, а  $\varphi = -219,83$  мВ. Изменение pH раствора в процессе комплексообразования соответствует расходу реагентов по уравнению



Для экстремальных точек соотношение молей  $\text{NH}_3$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$  приведено в табл. 2, из которой следует, что для поддержания постоянного потенциала и pH раствора в процессе растворения оксида меди целесообразно поддерживать отношение молей аммиака к хлориду аммония больше двух, увеличивая это отношение в области повышенных концентраций аммиака.

**Таблица 2**  
Соотношение молей  $\text{NH}_3$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в условиях постоянства  $\varphi$ , мВ и pH

Концентрация $\text{NH}_3$ , моль/л	3,014 (5%)	5,71 (10%)	8,56 (15%)	11,4 (20%)
Концентрация $\text{NH}_4\text{Cl}$ в экстремальной точке, моль/л	11,565	2,34	3,39	4,21
$\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$	1,93	2,44	2,53	2,71

Проведенные расчеты свидетельствуют, что оптимальные соотношения между аммиаком и хлоридом аммония в процессе растворения не сохраняются. В результате растворения количество несвязанного хлорида аммония уменьшается и система

становится значительно ненасыщенной аммонийной солью. Привести систему в состояние равновесия можно путем введения дополнительных количеств хлорида аммония, что вновь будет способствовать растворению оксида меди до тех пор, пока в системе не наступит равновесие между тетрааммиаком и хлоридом аммония. Поддержание оптимального соотношения количества аммиака и хлорида аммония в процессе растворения  $[\text{NH}_3]:[\text{NH}_4\text{Cl}] = 2:1$  может быть осуществлено компенсацией израсходованного на образование тетрааммиаката хлорида аммония (рис. 5).

В результате восполнения хлорида аммония и установления физического равновесия между тетрааммиаком меди и хлоридом аммония растворимость тетрааммиаката достигла 214,25 г/л (3,37 моль/л) в пересчете на  $\text{Cu}^{2+}$ . Общее содержание хлорида аммония в растворе возросло до 328 г/л Cl. Из графической зависимости  $\varphi = f(C_{\text{Cu}^{2+}})$  видно, что добавление в растворы хлорида аммония привело к резкому увеличению потенциала. Дальнейшее насыщение растворов оксидом меди также приводит к повышению  $\varphi$  вследствие уменьшения доли несвязанного аммиака. Рис. 5 свидетельствует о положительном влиянии компенсации израсходованного хлорида аммония на образование комплексного соединения меди. Таким образом, при поддержании соотношения  $[\text{NH}_3]:[\text{NH}_4\text{Cl}] = 2:1$  можно достичь растворимости оксида меди более 3,3 моль/л (рис. 5, кривая 4) для концентрированного водно-аммиачного раствора 12,52 моль/л. Дальнейшее увеличение растворимости оксида меди возможно при восстановлении соотношения  $[\text{NH}_3]:[\text{NH}_4\text{Cl}]$ , равного экстремальным значениям табл. 2.

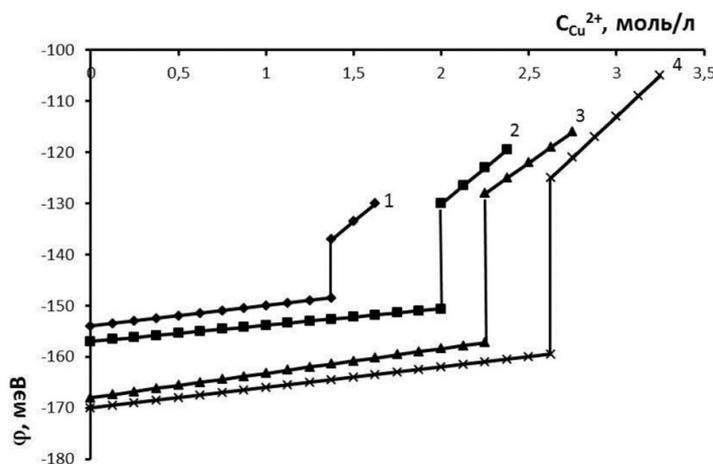


Рис. 5. Потенциал медно-аммиачно-аммонийного раствора с исходной концентрацией аммиака, моль/л: 1 – 3,01; 2 – 5,83; 3 – 10,84; 4 – 12,52; хлорида аммония – 5,44 моль/л

### Выводы

1. Определены электродный потенциал и pH растворов медно-аммиачно-аммонийных комплексов в аммиачной воде, содержащей хлорид аммония.

2. Установлено наличие экстремальных точек, имманентных для исходных концентраций аммиака и хлорида аммония при химическом растворении оксида меди на изменение электродного потенциала и pH среды. Установлены оптимальное соотношение между аммиаком и хлоридом аммония, обеспечивающее постоянство потенциала и pH раствора, и дискретный характер изменения электродного потенциала и pH раствора при введении компенсирующих добавок хлорида аммония, а также.

3. Поддержание оптимального соотношения целесообразно осуществлять компенсацией израсходованного иона аммония, это позволяет увеличить растворимость на

30–40 % и увеличивает движущую силу процесса экстрагирования соединений меди из промышленных отходов и первичных руд.

### Список литературы

1. Варламова И.А., Чурляева Н.А., Калугина Н.А., Гирева Х.Я. Аммонизация как перспективный метод экстрагирования меди и цинка из техногенного сырья // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1 [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=18690> (дата обращения: 05.12.2018).

2. Великанова Л.Н., Семченко В.В., Хентов В.Я. Кинетические закономерности извлечения металлов из техногенного сырья // Журнал прикладной химии. 2011. Т. 84. № 9. С. 1418–1423.

3. Перетрутов А.А., Петровский А.М., Чубенко М.Н., Ким П.П., Зайцев Л.И. Имманентные свойства аммиачно-аммонийных водных растворов аммиаков цинка // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 6–1. С. 51–55.

4. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа. М.: Дрофа, 2009. 366 с.

5. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. 2. М.: Химия, 1973. 688 с.

УДК 616.6-036.22(575.2)

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕНИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

<sup>1</sup>Айбашов М.Н., <sup>1</sup>Байызбекова Д.А., <sup>2</sup>Касымова Р.О., <sup>3</sup>Кененбаева Р.М.

<sup>1</sup>Научно-производственное объединение «Профилактическая медицина» Министерства здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек, e-mail: prorm@mail.ru;

<sup>2</sup>Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Бишкек;

<sup>3</sup>Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек

Проблема репродуктивного здоровья тесно связана с болезнями мочеполовой системы (БМПС). В странах со слабым уровнем экономического развития данная патология остается малоизученной проблемой с социально-эпидемиологических позиций. Данные о распространенности и заболеваемости БМПС взяты из официальных отчетов за период 2003–2016 гг. Возрастная группа 15–49 лет. Болезни мочеполовой системы занимают 3–4 место среди всех классов болезней. Анализ многолетней динамики показателей распространенности и заболеваемости БМПС выявил в целом по Кыргызской Республике стабильную тенденцию. Тогда как анализ в разбивке по регионам показал иную картину. Наиболее высокие показатели распространенности и заболеваемости отмечаются в г. Бишкеке, которые значительно превышают республиканские показатели. В г. Бишкеке за анализируемый период наблюдалась выраженная тенденция роста, для показателя распространенности (на 40,1%) и для показателя заболеваемости (на 55,1%). Аналогичный рост тенденции отмечался и в Ошской области – на 30,2% и 18,3%. Тогда как по г. Ош и Чуйской области, напротив, отмечается снижение тенденции распространенности и заболеваемости. Организация оказания услуг по профилактике болезней мочеполовой системы требует усовершенствования и коррекции с учетом структуры и факторов риска их возникновения и развития.

**Ключевые слова:** болезни мочеполовой системы, распространенность, заболеваемость, многолетняя динамика, тенденция

## EPIDEMIOLOGIC ANALYSIS OF THE PREVALENCE AND INCIDENCE OF GENITOURINARY DISEASES IN THE POPULATION OF REPRODUCTIVE AGE OF THE KYRGYZ REPUBLIC

<sup>1</sup>Aybashov M.N., <sup>1</sup>Bayyzbekova D.A., <sup>2</sup>Kasymova R.O., <sup>3</sup>Kenenbaeva R.M.

<sup>1</sup>Scientific and Production Centre for Preventive Medicine of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek, e-mail: npopm@mail.ru;

<sup>2</sup>B.N. Yeltsin Kyrgyz-Russian Slavonic University, Bishkek;

<sup>3</sup>I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek

The problem of reproductive health is closely related to diseases of the genitourinary system. In countries with low level of economic development, this pathology remains a little studied problem from a socio-epidemiological point of view. Data on the prevalence and incidence of diseases of the genitourinary system were taken from official reports for the period 2003-2016. The age group was 15-49 years. Diseases of the genitourinary system occupy the 3<sup>rd</sup>-4<sup>th</sup> place among all classes of diseases. Analysis of changes in the prevalence and incidence of genitourinary diseases over years revealed a stable trend in the Kyrgyz Republic as a whole. Whereas the analysis by the region shows a different picture. The highest prevalence and incidence rates are found in Bishkek, which are much higher than the republican figures. In Bishkek, there was a marked growth tendency for the analyzed period – for the prevalence rate (by 40.1%) and for the incidence rate (by 55.1%). A similar increase in the tendency was observed in the Osh region – by 30.2% and 18.3%. Whereas in Osh city and Chui oblast, there is a decreasing tendency of the prevalence and incidence. The organization of services aimed at preventing diseases of the genitourinary system needs improvement and correction taking into account their epidemiologic features and risk factors.

**Keywords:** diseases of the genitourinary system, prevalence, incidence, trend over years, tendency

Одной из важных проблем современного общества является охрана репродуктивного здоровья населения [1]. Подходы, базирующиеся на репродуктивных правах человека, еще не находят достаточно отражения в политике государства и в большинстве носят декларативный характер [2–4]. Проблема репродуктивного здоровья тесно связана с болезнями мочеполовой системы (БМПС). Профилактика БМПС остается

малоэффективной, в странах со слабым уровнем экономического развития данная патология остается малоизученной проблемой с социально-эпидемиологических позиций [5–7].

Профилактика болезней мочеполовой системы должна осуществляться на популяционном и индивидуальном уровне. Профилактика на индивидуальном уровне должна предоставляться активным вовле-

чением первичной медико-санитарной помощи, особенно вторичной и третичной профилактики. Согласно классификации МКБ-10 «класс болезней мочеполовой системы» включает в себя болезни мочевыводящих и половых органов. Выявление и регистрация болезней мочевыводящих путей и мужских репродуктивных органов осуществляется врачами-урологами [5; 8; 9], а болезни женских половых органов – врачами акушерами-гинекологами [10; 11]. Предоставление услуг по болезням мочеполовой системы в новых социально-экономических условиях не отвечает принципам доступности и полноты охвата населения. В связи с этим следует направить усилия на поиски оптимизации форм и методов обслуживания, которые позволят не только повысить охват медицинскими услугами, но и улучшить их качество. Согласно современной концепции предоставления услуг выявление всех заболеваний, в том числе болезней мочеполовой сферы, должно осуществляться семейными врачами на уровне первичной медико-санитарной помощи. Так же на этом уровне должен предоставляться пакет индивидуальных профилактических услуг. Но, к сожалению, имеющиеся в стране клинические протоколы не содержат описания алгоритма предоставления профилактических услуг. Да и в отношении некоторых болезней мочеполовой системы отсутствуют утвержденные протоколы оказания услуг. Также следует отметить, что к семейным врачам больные с болезнями мочеполовой системы обращаются крайне редко, предпочитают напрямую обращаться за услугами в организации здравоохранения вторичного, а чаще и третичного уровня. Такая ситуация наблюдается не только в Кыргызстане но и в других странах СНГ, о чем свидетельствуют данные Б.А. Войцеховича, Ю.С. Слаута и Т.П. Зайцева [11]. Согласно их исследованиям большинство диагнозов, установленных семейными врачами, связаны с болезнями сердечно-сосудистой системы (43,4%); острыми респираторными вирусными инфекциями (9,7%), болезнями опорно-двигательного аппарата и суставов (8,8%); желудочно-кишечного тракта (7,9%) и онкологическими болезнями (3,5%).

Цель исследования: обосновать актуальность проблемы болезней мочеполовой системы для Кыргызской Республики, для разработки профилактических мероприятий по сохранению репродуктивного здоровья населения.

#### **Материалы и методы исследования**

Данные о распространенности и заболеваемости болезней мочеполовой системы взяты из официаль-

ных отчетов Республиканского центра электронного здравоохранения министерства здравоохранения Кыргызской Республики. Эпидемиологический анализ многолетней динамики показателей распространенности и заболеваемости проведен за период 2003–2016 гг. Анализ проведен для возрастной группы 15–49 лет, охватывающей период формирования репродуктивного здоровья и репродуктивно активный возраст.

Для ретроспективного анализа были взяты 2 региона, которые имеют по сравнению с другими регионами наиболее развитые структуры оказания медицинских услуг населению. Чуйская область и расположенный на ее территории крупный город Бишкек, столица Кыргызской Республики, расположены на севере страны. Ошская область и расположенный на ее территории второй по величине город Ош находятся на юге. В городах Бишкек и Ош располагаются многопрофильные организации здравоохранения вторичного и третичного уровней.

Статистическая обработка и анализ данных проведены с использованием прикладных программ Statistica 6.0; Microsoft Excel 2003.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Болезни мочеполовой системы среди лиц, периода формирования репродуктивного здоровья и активного репродуктивного возраста, по статистическим отчетным данным занимают 3–4 место среди всех классов болезней. Проведенный нами анализ многолетней динамики показателя распространенности заболеваний мочеполовой системы за последние 15 лет (2003–2016 гг.) выявил в целом по Кыргызской Республике стабильную тенденцию с незначительными волнообразными колебаниями в диапазоне 10,1 до 11,8% (рис. 1). Тогда как анализ в разбивке по выбранным регионам страны выявил разные картины распространенности болезней мочеполовой системы, которые отличаются от общей картины по стране.

Анализ распространенности болезней мочеполовой системы по регионам страны выявил, что наиболее высокие показатели отмечаются в г. Бишкеке, которые значительно выше республиканских показателей (в 2,2 раза в 2016 г.) Ретроспективный анализ многолетней динамики болезней мочеполовой системы для города Бишкек за период с 2003 по 2016 г. выявил существенный рост тенденции на 40,1% (в 2003 г. – 7309,2 на 100 000 населения, в 2016 г. – 10242,3 на 100 000 населения). Аналогичный рост тенденции за указанный период отмечался и в Ошской области – на 30,2% (в 2003 г. – 3606,5 на 100 000 населения, в 2016 г. – 4694,8 на 100 000 населения). Но на общую эпидемиологическую картину в стране повлияло то, что, в свою очередь, по г. Ош

и Чуйской области, напротив, за период с 2003 по 2016 г. отмечается снижение тенденции распространенности болезни мочеполовой системы. Так, в городе Ош отмечалось снижение – на 31,5% (с 5718,7 на 100 000 населения в 2003 г. до 3914,8 – в 2016 г.), в Чуйской области – на 38,9% (с 5538,9 на 100 000 населения в 2003 г. до 3385,2 – в 2016 г.) соответственно (рис. 1).

По сгруппированным средним показателям распространенности за период 2003–2009 гг. и 2010–2016 гг. отмечается стабильная ситуация в целом по стране, усредненный показатель распространенности

для обоих периодов достоверно не отличается (прирост на 4,6%,  $p > 0,05$ ) (рис. 2). Анализ по регионам подтвердил эпидемическую ситуацию, выявленную при анализе многолетней динамики. Выявлен достоверный рост по г. Бишкек – с 7985,3 до 9464,2 на 100 000 населения (рост на 18,5%;  $p < 0,01$ ), и по Ошской области – с 4604,0 до 5085,2 на 100 000 населения (рост на 10,5%;  $p < 0,01$ ) соответственно (рис. 2). И снижение по г. Ош – с 4485,6 до 3901,6 на 100 000 населения (снижение на 13,0%;  $p < 0,01$ ), по Чуйской области – с 4853,3 до 3828,4 на 100 000 населения (снижение на 21,1%;  $p < 0,01$ ).

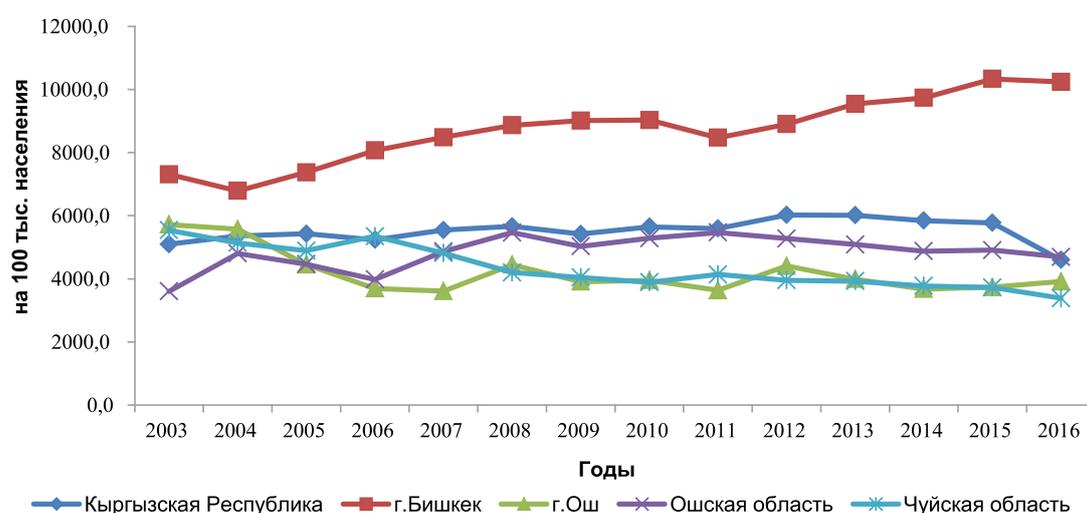


Рис. 1. Многолетняя динамика распространенности болезней мочеполовой системы у населения (15–45 лет) Кыргызской Республики, за период 2003–2017 гг.

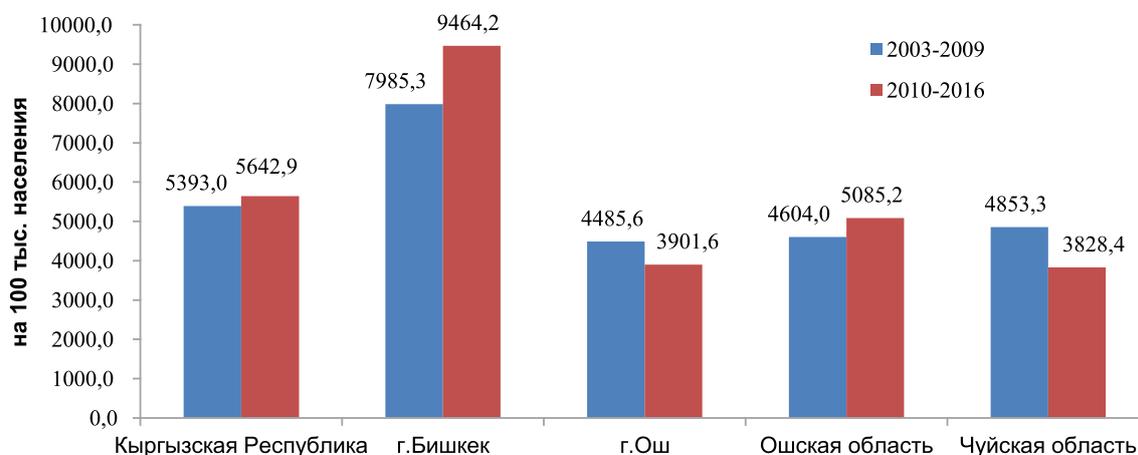


Рис. 2. Средние показатели распространенности болезней мочеполовой системы у населения (15–49 лет) Кыргызской Республики, в периоды 2003–2009 гг., 2010–2016 гг.

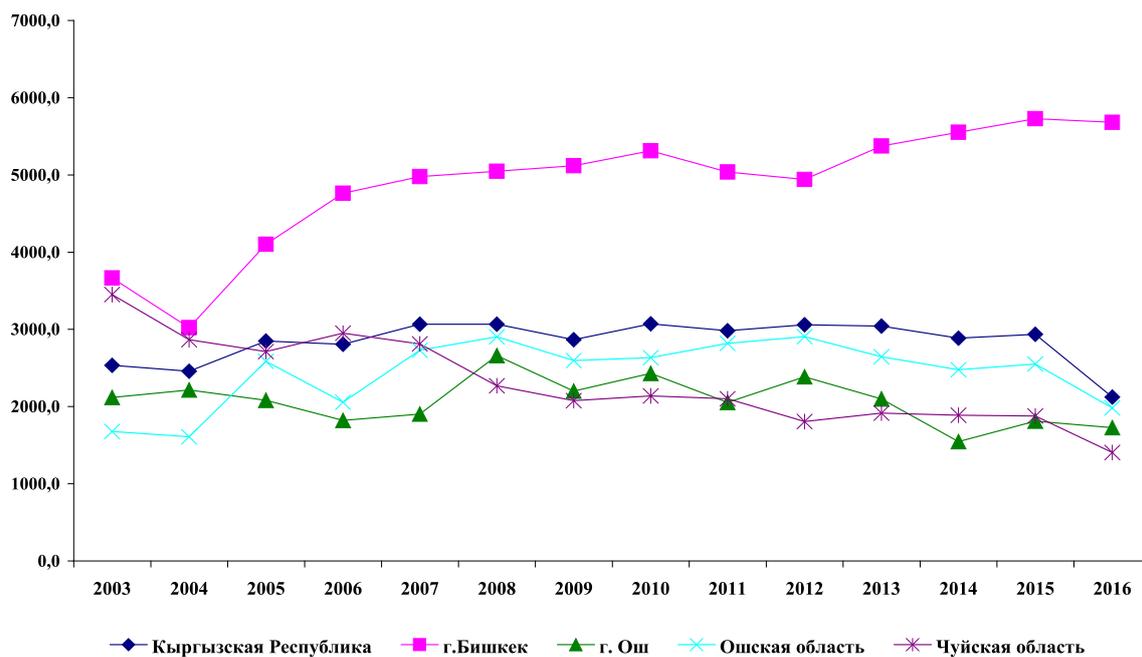


Рис. 3. Многолетняя динамика заболеваемости болезнями мочеполовой системы у населения (15–49 лет) Кыргызской Республики, 2003–2016 гг.

Ретроспективный анализ показателя заболеваемости болезнями мочеполовой системы за период 2003–2016 гг. выявил, что в целом по республике отмечается тенденция снижения показателей заболеваемости у взрослых и подростков на 16,2%, т.е. с 2532,5 на 100 000 населения в 2003 г. до 2122,5 в 2016 г. (рис. 3) В общей структуре болезней доля заболеваемости мочеполовой системы у взрослых и подростков за последние 14 лет колебалась в диапазоне от 9,8 до 13,2% (2004 г., 2012 г. соответственно), занимая 2 – реже 3 место среди всех классов болезней.

Наиболее высокие показатели заболеваемости болезнями мочеполовой системы отмечаются в г. Бишкек (в 2,7 раза в 2016 г. выше, чем среднереспубликанские показатели). Причем в столице за период с 2003 г. отмечается рост тенденции на 55,1% (в 2003 г. – 3663,7 на 100 000 населения, в 2016 г. – 5681,4). Аналогичный рост тенденции за указанный период на 18,3% отмечался и в Ошской области (в 2003 г. – 1675,7 на 100 000 населения, в 2016 г. – 1981,9). В г. Ош и Чуйской области, напротив, за период с 2003 по 2016 г. отмечается снижение тенденции заболеваемости болезнями мочеполовой системы у взрослых и подростков. Так, в г. Ош отмечалось снижение показателя на 18,5% (с 2117,5 на 100 000 населения в 2003 г.

до 1726,0 – в 2016 г.), в Чуйской области – на 59,3% (с 3450,4 на 100 000 населения в 2003 г. до 1402,9 – в 2016 г.) (рис. 3).

Обеспеченность врачами в Кыргызской республике для оказания специализированной помощи населению в области урологических заболеваний не покрывает потребности. Всего насчитывается 203 специалиста. При этом 38,1% (или 72) врачей-урологов работают в республиканских организациях здравоохранения (территориально расположенных в г. Бишкек). Еще 13,2% (25) врачей так же работают в учреждениях г. Бишкек. А если учесть, что 27,6% врачей работают в Ошской и Чуйской областях (по 26 специалистов или по 13,8%), то на все отдаленные регионы страны приходится всего 21,1% имеющихся в стране специалистов. Так же существенной проблемой является обеспеченность детскими урологами. В стране всего 3 специализированные организации, где имеются должности детского уролога. Два из них находятся в г. Бишкек: Национальный центр охраны материнства и детства, в штатном расписании которого имеются 4 ставки, и Бишкекская городская клиническая детская больница скорой помощи – 1,5 ставки. Третье учреждение расположено в г. Ош, это межобластная Ошская клиническая детская больница (3,75 ставок).

Существующая в стране практика оказания медицинских услуг людям с болезнями мочеполовой системы не ориентирована на обеспечение реальных потребностей населения в данном виде услуг, осуществляется без учета структуры и характера заболеваемости населения. А вопросами организации оказания услуг по профилактике болезней мочеполовой системы и ее усовершенствования и коррекции с учетом структуры и факторов риска возникновения в должной мере никто не занимается.

В связи с этим следует на основе анализа структуры и динамики заболеваемости мочеполовой системы, с определением факторов риска разработать оптимальную стратегию предоставления медицинских услуг, направленную на повышение доступности и качества оказания помощи населению. Данная национальная стратегия должна учесть развитие материально-технических и кадровых ресурсов медицинских организаций первичного и вторичного уровней. А также должна включать нормативные показатели, которые позволят не только повысить удовлетворенность населения и обеспечить доступность оказания медицинской помощи в соответствии с потребностью населения, но и осуществлять мониторинг качества этих услуг.

Необходимо выявить причины региональной неравномерности показателей распространенности и заболеваемости болезнями мочеполовой системы. Для этого планируется провести экспертную оценку и опросить медицинских работников, предоставляющих услуги в области репродуктивного здоровья.

### Список литературы

1. Байызбекова Д.А., Сим Н.Н., Сарыбаева М.Э., Исмаилова А.Д. и др. Отчет по результатам экспресс-оценки связей в области сексуального и репродуктивного здоровья и ВИЧ в Кыргызстане. Бишкек: АРЗ/МФПР/ЮНФПА, 2010. 110 с.
2. Ватолин П.В. Медико-социальное исследование репродуктивного здоровья молодых мужчин и организация профилактики его нарушений (на примере Пензенской области): дис. ... канд. мед. наук: 14.00.33. Рязань, 2007. 151 с.
3. Радченко О.Р. Факторы риска мужского бесплодия и методы профилактики // Практическая медицина. 2012. № 2 (57). С. 218–220.
4. Стратегия в области репродуктивного здоровья в целях ускорения прогресса в направлении достижения международных целей и задач в области развития. Женева: ВОЗ, 2004. 31 с.
5. Радченко О.Р., Балабанова Л.А. Методологические подходы к организации работы по профилактике бесплодия среди мужского населения на региональном уровне // Фундаментальные исследования. 2011. № 11. С. 354–357.
6. Соловьева Ю.А. Медико-социальные проблемы формирования репродуктивного здоровья мужчин: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.33. Москва, 2009. 377 с.
7. Чернышева М.Л. Социально-гигиенические аспекты бесплодия у мужчин: дис. ... канд. мед. наук: 14.02.03. Москва, 2011. 202 с.
8. Шарафутдинов, М.А. Динамика и прогноз заболеваемости взрослого населения республики Башкортостан болезнями мочеполовой системы // Медицинский вестник Башкортостана. 2010. Т. 5. № 6. С. 11–15.
9. Дулов А.А. Заболевания мочеполовой системы и обоснование организации оказания медицинской помощи больным на различных этапах: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.03. Воронеж, 2015. 24 с.
10. Кузбеков, Р.С. Комплексное медико-социальное исследование заболеваемости населения болезнями мочеполовой системы и мероприятия по их профилактике (на примере муниципального района): дис. ... канд. мед. наук: 14.00.33. Москва, 2008. 152 с.
11. Войцехович Б.А., Слаута Ю.С., Зайцева Т.П. Анализ деятельности участковых врачей и «узких» специалистов в амбулаторно-поликлинических условиях // Здоровоохранение Российской Федерации. 2006. № 3. С. 31–34.

УДК 616.314-089

## ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТОМАТОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

Алымбаев Р.С.

*Научно-производственное объединение «Профилактическая медицина», Бишкек,  
e-mail: r.alymbaev@gmail.com*

В данной статье, на примере Кыргызской Республики, изучены стоматологическая заболеваемость и основные направления ее развития, показатели социально-экономического развития регионов и городов, обеспеченность различными видами ресурсов, а так же малоэффективное лечение и потребности в ортопедической помощи. В качестве выбора цели послужили здоровьесберегающие технологии, как метод сохранения утраченных зубов в зубочелюстной системе, при использовании дентальных имплантатов. Нами обследовано 56 пациентов с вариацией возраста 30–65 лет с различными дефектами нижней и верхней челюстей, полнота и ширина альвеолярных дуг 6 мм. Нами адаптировано 172 имплантата с различными диаметрами в боковых сегментах нижних и верхних челюстей с использованием одноэтапной методики. Из них только 4 адаптированных имплантата были дезинтегрированы. При последующем шестилетнем наблюдении остальных 52 пациентов, у которых успешно прижились 165 моноблочных имплантатов, не было выявлено серьезных осложнений со стороны мягких тканей. 96% составила степень интеграции моноблочных имплантатов с различными диаметрами, адаптированных в боковых отделах нижней и верхней челюстей. Данное исследование показало: чтобы создать положительные условия для реабилитации пациентов, у которых отмечается редуцирование боковых отделов обеих челюстей, необходимо использовать так называемые моноимплантаты различных диаметров и различной длины.

**Ключевые слова:** здоровьесберегающие технологии, дентальная имплантация, моноимплантаты, редуцированные дистальные участки нижней и верхней челюстей, реабилитация

## HEALTH-SAVING TECHNOLOGIES IN DENTISTRY ON THE EXAMPLE OF DENTAL IMPLANTS

Alymbaev R.S.

*Scientific and Production Centre for Preventive Medicine, Bishkek, e-mail: r.alymbaev@gmail.com*

In this article, using the example of the Kyrgyz Republic, dental morbidity and the main directions for its development, indicators of socio-economic development of regions and cities, availability of various types of resources, as well as ineffective treatment and the need for orthopedic care were studied. Health-saving technologies as a method of preserving lost teeth in the dental system using dental implants served as a choice of goals. We examined 56 patients with variations in the age of 30-65 years with various defects of the lower mandible, fullness and width of the alveolar arch 6 mm. We have adapted 172 implants with different diameters in the lateral segments of the lower and upper jaws using a one-step technique. Of which only 4 adapted implants were disintegrated. At the subsequent six-year follow-up of the remaining 52 patients, in whom 165 mono-block implants were successfully engrafted, there were no serious complications from the soft tissues. 96% was the degree of integration of mono-block implants with different diameters, adapted in the lateral parts of the lower and upper jaw. This study showed that in order to create positive conditions for the rehabilitation of patients who have a reduction in the lateral parts of both jaws, it is necessary to use so-called mono implants of various diameters and different lengths.

**Keywords:** health-saving technologies, dental implantation, mono-implants, reduced distal areas of the lower and upper jaw, rehabilitation

Медицинская помощь в области стоматологии остается на сегодняшний день самой востребованной. Разработка эффективных методов оказания стоматологической помощи является в современных условиях важной и актуальной задачей, при этом должно приниматься во внимание развитие региона в социально-экономическом аспекте, учитывая: уровень заболевания в стоматологии, основные направления развития и материально-техническое обеспечение, влияние социально-гигиенических условий и, что немаловажно, финансовая стабильность при любых возможных экономических рисках. Таким образом, на качество оказания стоматологических услуг влияют все вышеперечисленные составляющие [1].

В Кыргызской Республике имеется устойчивая тенденция к ухудшению, по от-

дельным показателям стоматологическое здоровье достигает 90–98% [2]. Преобладающими в структуре заболеваемости являются некариозные поражения, пародонтит и кариес. А.А. Калбаева и Г.С. Чолокова указывают, что на сегодняшний день профилактика стоматологических заболеваний и санация полости рта, не обеспечиваются в значительной степени [3]. Таким образом, среди взрослого населения распространенность кариеса составляет более 95%, получается, что здоровое население составляет менее 5%. Вследствие всего сказанного, в разных взрослых группах доходит до 100% потребность в зубопротезировании, что является следствием повышению количества ранних удалений зубов из-за низкой эффективности лечения и высоким уровнем распространенности заболеваемости в стоматологии. При этом с возрастом значи-

тельно увеличивается нуждаемость в стоматологической помощи в ортопедическом направлении.

Во многих случаях, в практике врачу стоматологу [4, 5] необходимо делать серьезный выбор в применении субпериостального или субкортикального или пластинчатого типа имплантатов, а также принимать во внимание различные существующие восстановительные методики, позволяющие из-за горизонтальной редукции костной ткани восстановить утраченную ширину альвеолярного отростка вследствие различных причин.

Данные, полученные рядом зарубежных авторов, с использованием классических двухкомпонентных разборных имплантатов конусной формы, установленных в два этапа на нижней и верхней челюстях. При этом в 99% случаях наблюдается успешный результат именно при использовании имплантатов различных диаметров, не больше 5 мм, конусной формы [4, 6, 7].

Однако, в более чем 75% случаях также наблюдали положительный результат при применении «промежуточных» имплантатов различных диаметров, они успешно интегрировались с костной тканью и, при исследовании и наблюдении за имплантатами различных диаметров, доказали, что данные имплантаты могут и должны использоваться в качестве постоянных опор (рис. 1, 2). Несколько лет назад в качестве промежуточных опор служили как моноблочные компрессионные имплантаты, так и имплантаты с различным диаметром. В так называемый

период остеоинтеграции стандартных погружных имплантатов, эти промежуточные опоры служили главной поддержкой провизорных ортопедических конструкций [4, 8]. Но, как показали исследования и последующие наблюдения, возможность долгосрочного использования моноблочных имплантатов существует лишь при строгом соблюдении основных протоколов, которые позволяют правильно сформировать костное ложе и дать возможность провести успешную адаптацию имплантатов. Кроме всего вышеперечисленного, необходимо также определить тип костной ткани, при которой будет получен высокий положительный эффект при внедрении моноблочных имплантатов.

Существуют четыре классификации типа челюстной кости: D1 – самая плотная кортикальная кость, которая содержит малую часть губчатого слоя, она встречается в нижней челюсти во фронтальной ее части, «оптическая плотность» такого типа кости составляет по Хаунсфилду более 1250 единиц. D2 – пористая кортикальная крупноячеистая трабекулярная кость, встречается чаще в задней нижней челюсти и реже в верхней и нижней челюсти во фронтальной части, по Хаунсфилду «оптическая плотность» такого типа кости составляет от 850 до 1249 единиц. D3 – пористый кортикальный слой, окружающий мелкоячеистую трабекулярную кость, встречается на передней и задней части верхней челюсти и задней части нижней челюсти, «оптическая плотность» данного типа кости равна 350–849 единиц по Хаунсфилду.



Рис. 1. Ортопантомограмма пациента А. с полным отсутствием зубного ряда на верхней и нижней челюстях. Адаптированы моноблочные компрессионные имплантаты ROOT различных диаметров и длины

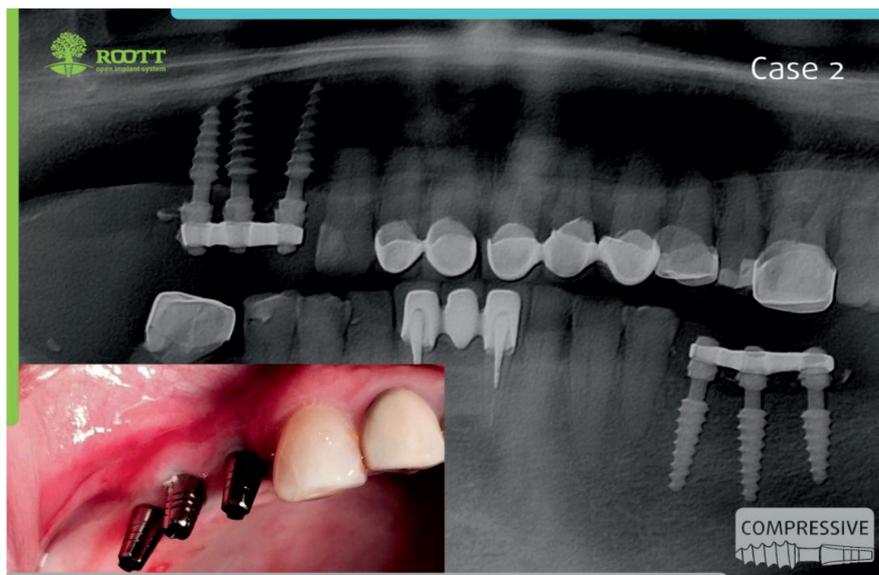


Рис. 2. Односторонние концевые дефекты верхней и нижней челюсти и редукция альвеолярного отростка. Адаптированы моноблочные имплантаты ROOTT различных диаметров и длины

Многочисленные исследования показали, что кости типа D1 и D2 являются оптимальными для использования имплантатов различного диаметра. Однако необходимо всегда помнить, что правильное сверление с охлаждением без применения излишнего давления и достаточно медленное, снижает опасность перегрева сверла и последующего некроза окружающей ткани, помимо этого, необходимо использовать при установке имплантатов агрессивную компрессионную резьбу маленького диаметра. При установке имплантата в данные типы кости глубина пенетрации должна составлять, согласно протоколу, 1/2 длины самого имплантата, так как специалистам необходимо добиться их бикортикальной стабилизации. Так же только при данных типах кости D1 и D2 возможно давать нагрузку непосредственно на имплантат.

Анализ других различных исследований показал, что для типа кости D3 характерно использование моноблочных и однокомпонентных имплантатов малого диаметра, а также для достижения 100% бикортикальной стабилизации и во избежание микротрещин необходимо сроки нагрузки отложить на довольно достаточный для интеграции срок.

Цель исследования: при помощи денальных имплантатов и с применением здоровьесберегающих технологий добиться сохранения зубочелюстной системы в случае утраченных зубов.

### Материалы и методы исследования

В данном исследовании для достижения поставленной цели приняло участие 56 пациентов, примерно поровну мужчин (39,8%) и женщин (60,2%), средний возраст которых составлял  $48,31 \pm 0,21$ . У данных пациентов имелись различные дефекты верхней и нижней челюсти с шириной альвеолярных дуг 6 мм. Всем исследуемым пациентам при помощи денального томографа была проведена конусная компьютерная томография нижней челюсти, при этом однократная доза облучения составила 0,24 мЗв. Данное исследование позволило произвести оценку качества костной ткани и строения альвеолярного отростка в области имплантации (рис. 3–5).

Также для наблюдения за динамикой проводимого лечения использовали дополнительные и традиционные методы обследования (осмотр, рентгенография). При помощи различных диагностических методов проводили оценку той или иной степени устойчивости имплантатов в различные сроки после их установки. Также проводили оценку степени воспалительной реакции и определяли вокруг имплантата сроки заживления мягких тканей.

Для реабилитации пациентов применялись моноблочные (неразборные) имплантаты «Roott» диаметром 3,0 мм и длиной от 10 мм до 14 мм.

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате данного исследования было адаптировано 172 имплантата с различными диаметрами в боковых сегментах нижних и верхних челюстей с использованием одноэтапной методики. Для лучшей визуализации зоны имплантации устанавливались все имплантаты с открытием сли-

зисто-надкостничного лоскута. Введение имплантата сопровождалось охлаждением с применением физиологического раствора и с усилием 35–50 Нсм. Применяли формирующие втулки, которые были зафиксированы на головке имплантатов, для улучшения формирования «десневой манжетки». По стандартной схеме проводилось ведение пациентов после операции, и уже на 7-е сутки осуществляли снятие швов.

Приступали к постоянному протезированию тоже по-разному, при первом и втором типе кости через 1–2 месяца, а при третьем типе кости – только через 3 месяца. После чего приступали к этапу реабилитации пациентов именно в области ортопедии, он основывался на использовании металло-

керамических коронок при использовании моноблочных имплантатов.

Критериями успешно выполненной имплантации являлись: устойчивость имплантата, отсутствие резорбции костной ткани в пришеечной области, отсутствие боли и воспаления вокруг имплантата, высокая функциональная эффективность использования зубных протезов, опирающихся на имплантат (цит. по С.А. Чертову) [9].

52 пациентам было адаптировано 165 моноблочных имплантатов различных диаметров с использованием вышеуказанного протокола. За данными пациентами был установлен контроль в течение 6 лет, который не выявил серьезных проблем в околоимплантационных тканях.

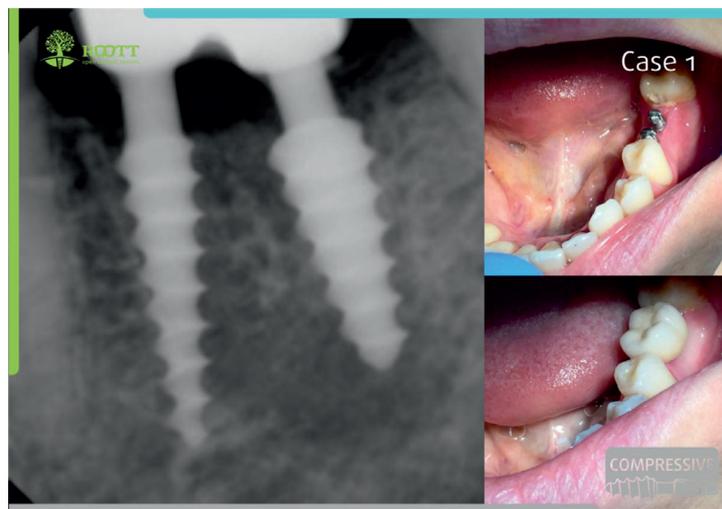


Рис. 3. Два моноблочных имплантата системы ROOTT различных диаметров и длины, сегмент нижней челюсти – 36 и 37 зубы

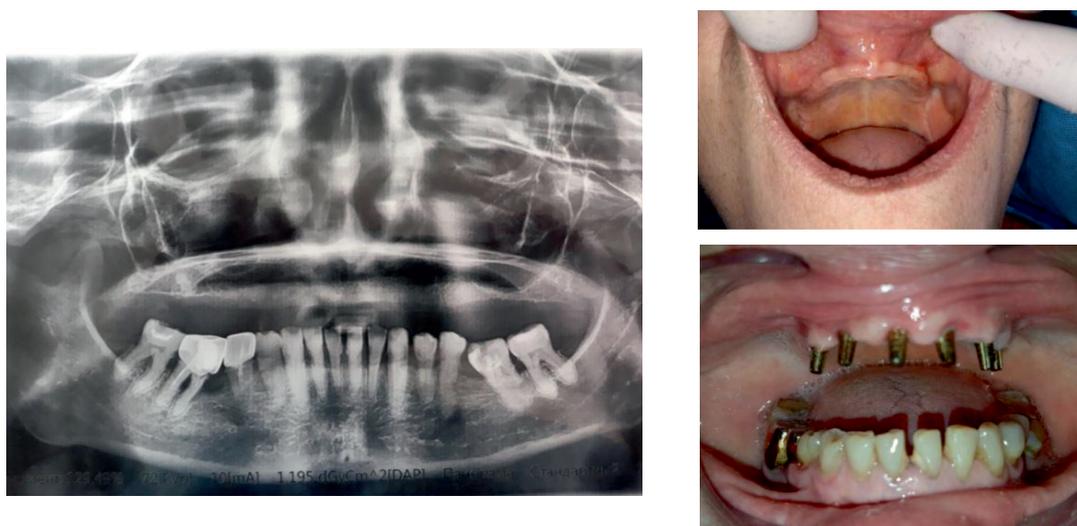


Рис. 4. На верхней челюсти установлены 6 моноблочных имплантатов системы ROOTT различных диаметров и длины

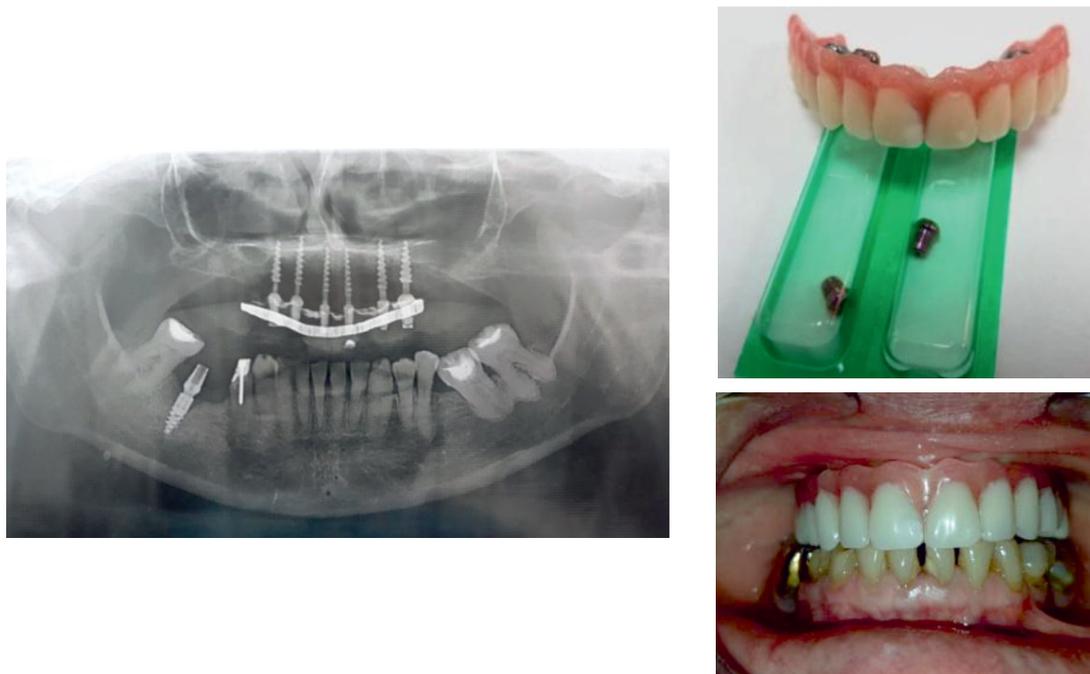


Рис. 5. На панорамном снимке адаптированы 6 моноблочных имплантатов системы ROOTT различных диаметров и длины

Из всех установленных имплантатов (всего их было 172) только у 4 пациентов было выявлено полное отсутствие остеоинтеграции (7 имплантатов) в типе кости D3.

96% составила при установке в дистальных отделах верхней и нижней челюсти степень выживаемости моноблочных имплантатов различных диаметров.

Наблюдалась минимальная в допустимых пределах или отсутствовала вовсе резорбция кости в области установленных имплантатов.

У всех исследованных и обследованных пациентов не было обнаружено воспаление слизистой оболочки в области имплантатов, а сами имплантаты были стабильны. Пациенты также не высказывали никаких жалоб в течение всего периода обследования и реабилитации.

### Заключение

Для пациентов с атрофией дистальных отделов верхней и нижней челюсти применение моноблочных имплантатов различных диаметров позволяет, без дополнительных мероприятий по «наращиванию» кости, провести быструю и эффективную реабилитацию. Имплантаты системы «Roott» позволяют провести отличную первичную фиксацию и благодаря такой своей конструктивной особенности дают возможность немедленной нагрузки. Данная конструкция имплантатов

позволяет добиться полной бикортикальной фиксации, при соблюдении всех правил и условий для того или иного типа кости, правильной и качественной ее оценки.

### Список литературы

1. Алымбаев Р.С., Касымов О.Т., Чойбекова К.М. Современное состояние стоматологической службы Кыргызской Республики // Здоровоохранение Кыргызстана. 2016. № 4. С. 20–23.
2. Концепция развития стоматологической службы в Кыргызской Республике на 2017–2022 гг. / Министерство здравоохранения Кыргызской Республики; Стоматологическая Ассоциация Кыргызской Республики [Электронный ресурс]. URL: [http://med/kg/images/MyFiles/proekty/2016/KRSS\\_010117.docx](http://med/kg/images/MyFiles/proekty/2016/KRSS_010117.docx) (дата обращения: 22.11.2018).
3. Чолокова Г.С., Калбаев А.А. Применение европейских индикаторов стоматологического здоровья детей г. Бишкека // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2016. № 2. С. 87–90.
4. Алымбаев Р.С., Каргавичус Даниус Опыт применения односуставных компрессионных имплантатов системы ROOTT при редукции альвеолярного отростка челюстей / Р.С. Алымбаев, Даниус Каргавичус // Здоровоохранение Кыргызстана. 2017. № 2. С. 4–8.
5. Гротовский Т. Одноэтапная имплантация с непосредственной функциональной нагрузкой // Новое в стоматологии. 2005. № 4. С. 66–70.
6. Миш К.Е. Ортопедическое лечение с опорой на дентальные имплантаты / К.Е. Миш; пер. с англ. М.: Рид Елсивер, 2010. 616 с.
7. Опанасюк И.В., Опанасюк Ю.В. Одноэтапная имплантация. Немедленная нагрузка. Одноэтапный Q-имплантат фирмы TRINON (Германия) // Современная стоматология. 2003. № 2. С. 86–92.
8. Иванов А.С. Основы дентальной имплантологии: уч. пос. 2-е изд. стер. СПб.: СпецЛит, 2013. 63 с.
9. Чертов С.А., Король Д.М., Кирьян И.Н. Применение тонких однокомпонентных имплантатов системы «Implife» при горизонтальной атрофии альвеолярного отростка нижней челюсти // Украинский стоматологический альманах. 2009. № 5. С. 52–54.

УДК 612.017:612.821

## ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА С УЧЕТОМ ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Джунусова Г.С., Сатаева Н.У., Садыкова Г.С.

*Институт горной физиологии и медицины НАН, Бишкек, e-mail: aiperi-03@mail.ru*

При воздействии факторов высокогорной среды для определения характерных критериев приспособительных реакций и устойчивости человека на сегодняшний день наиболее актуальными являются исследования по оценке и определению основных типов саморегуляции мозга, а также выявление характера межсистемных взаимоотношений. В предлагаемой статье изложены результаты электроэнцефалографических исследований, проведенных среди высокогорных жителей ( $n = 370$ , в возрасте 17–55 лет), проживающих на высоте 2800 м над уровнем моря в Нарынской, Иссык-Кульской и Ошской областях Кыргызской Республики. Установлено что успешность индивидуальной адаптивности и характер адаптации высокогорных жителей к постоянно меняющимся условиям внешней среды определяются пластичностью нервной системы. Определение типа центральных механизмов регуляции мозга позволяет судить о степени нормального функционирования центральной нервной системы в горах и имеет теоретическую и практическую значимость. Результаты исследований высокогорных жителей обоих регионов показали особенности распределения по типам ЦМР мозга, т.е. снижение спектральных и вероятностных показателей альфа-ритма и рост выраженности тета-ритма, отражающих сужение физиологических адаптивных границ у жителей гор. В условиях гор при избрании наиболее приемлемой стратегии адаптации значительную роль играет определение типов механизмов саморегуляции мозга, которые инициируют основные регулирующие системы организма, что в итоге формирует один из вариантов адаптивного поведения высокогорных жителей. Следует отметить, что у высокоадаптируемых жителей гор такое поведение формируется исключительно усилением контролирующихся механизмов регуляции и снижением ответных реакций на условия жизнедеятельности в горах. А у низкоадаптируемых жителей гор рост напряжения механизмов регуляции и включение автономных, поведенческих компонентов адаптации являются дополнительными резервами приспособительных реакций. У 46% горцев выявлены признаки дезадаптации (снижение функционального состояния, сопровождающихся снижением спектральной мощности мозговых ритмов, ухудшением памяти, возрастанием тревожности и др.).

**Ключевые слова:** высокогорье, гипоксия, адаптация, человек, тип центральных механизмов регуляции мозга, пластичность мозга, ЭЭГ-ритмы

## ASSESSMENT OF ADAPTIVE CAPACITY, TAKING INTO ACCOUNT INDIVIDUAL AND TYPOLOGICAL FEATURES OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM

Dzhunusova G.S., Sataeva N.U., Sadykova G.S.

*The Institute of Mountain Physiology and Medicine of the National Academy of Sciences, Bishkek, e-mail: aiperi-03@mail.ru*

Under the influence of factors of high mountain environment to determine the characteristic criteria of adaptive reactions and human stability today the most relevant are studies to assess and determine the main types of self-regulation of the brain, as well as identifying the nature of inter-system relationships. The proposed article presents the results of electrophysiological studies conducted on high mountain inhabitants ( $n = 370$ , aged 17–55 years), living at an altitude of 2,800 m above sea level in the Naryn and Osh regions of the Kyrgyz Republic. It has been established that the success of individual adaptability and the nature of adaptation of high-mountain residents to the constantly changing environmental conditions are determined by the plasticity of the nervous system. Determining the type of central mechanisms of brain regulation allows us to estimate the degree of normal functioning of the central nervous system in the mountains and has theoretical and practical significance. The results of studies of high-mountain residents of both regions showed distinctive features of the distribution according to the types of the central mechanisms regulation of the brain, i.e. a decrease in the spectral and probabilistic indices of the alpha rhythm and an increase in the severity of the theta rhythm, which reflects the narrowing of the physiological adaptive boundaries of the inhabitants of the mountains. Under the conditions of the mountains, when choosing the most appropriate adaptation strategy, a significant role is played by determining the type of brain self-regulation mechanisms, which initiate the main regulatory systems of the body, which ultimately forms one of the adaptive behaviors of high-mountain people. It should be noted that in highly adaptable mountain dwellers such behavior is formed solely by strengthening the controlling mechanisms of regulation and reducing the response reactions to the conditions of vital activity in the mountains. And for low-adaptable mountain dwellers, increased tension of regulatory mechanisms and the inclusion of vegetative, behavioral components of adaptation are additional reserves of adaptive responses. At 46 per cent of highlanders showed signs of disadaptation (reduced functional status, accompanied by a decline in the spectral power of major brain rhythms, deterioration of memory, increased anxiety, etc).

**Keywords:** highlands, hypoxia, adaptation, human, the type of central mechanisms of regulation of brain plasticity, EEG rhythms

Выработанные в процессе эволюции способы адаптации обеспечивают существование организма человека в постоянно меняющихся условиях окружающей среды.

На сегодняшний день имеется значительное количество работ, посвященных оценке физиологического состояния человека в горах. Исследования по определению централь-

ных механизмов саморегуляции мозга, а также характера межсистемных взаимоотношений являются наиболее перспективными в определении действительных критериев адаптивности и стабильности организма человека к условиям высокогорной среды [1, 2].

Цель исследования: исследование особенностей устойчивости человека в условиях высокогорья для определения эффективных методов отбора и прогноза адаптационных возможностей человека.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования явились лица, адаптирующиеся к условиям высокогорья (68 чел), и горцы, проживающие на высоте 2800 м н.у.м. (Нарынская обл. КР, 170 чел, Ошская обл. КР, 100 чел, и Иссык-Кульская обл., 100 чел). Регистрация ЭЭГ осуществлялась на 21-канальном компьютерном электроэнцефалографе-анализаторе «Энцефалан-131-10». Для анализа ЭЭГ использовались методы компьютерной оценки спектров мощности ЭЭГ, параметры доминирующих ритмов, характер функциональной асимметрии мозга и др. Оценивались: тип центральных механизмов регуляции (ЦМР) мозга по структуре компонентов ЭЭГ [3] и психофизиологические характеристики (внимание, память, мышление, тревожность, мотивация и др.) с применением специальных психологических тестов. Статобработка проводилась программой SPSS-16.

### Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что успешность адаптации к изменяющимся условиям внешней среды во многом определяется основными свойствами нервной системы, среди которых ведущим является пластичность [3–5]. Оценка функциональных сдвигов у человека, как в обычных, так и экстремальных условиях, предполагает индивидуальную оценку параметров его основных функциональных систем [6]. Важнейшим при этом является уровень ЦМР мозга, координирующих деятельность всего организма [2, 7].

В наших исследованиях обнаружено, что у горцев с высокой пластичностью мозга (I тип ЦМР) отмечается низкочастотный альфа-ритм, больше выраженный в правых областях коры мозга, с выраженной спектральной мощностью до 100 мкВ<sup>2</sup> в затылочных зонах коры. У среднепластичных горцев (II тип ЦМР) спектральная мощность альфа-ритма снижена до 70,5 мкВ<sup>2</sup>. У низкопластичных горцев (III тип ЦМР) спектральная мощность альфа-ритма на ЭЭГ слабо выражена и не превышает 6 мкВ<sup>2</sup> [2]. Это показывает, что у лиц I типа ЦМР мозга снижены вероятности возникновения альфа-ритма, тогда как у лиц III типа повышаются вероятностные пороги мозговых ритмов, которые являются

признаком роста хронического напряжения центральных механизмов регуляции. А это, в свою очередь, и вызывает изменения в распределении типологических групп у горных жителей.

В результате проведенных нами лонгитудинальных, более чем 20-летних исследований ЭЭГ параметров мозга у горцев, проживающих в различных горных территориях на высоте 2800 м н.у.м., обнаружена диспропорция в распределении типов ЦМР мозга у горцев. Так, если в 1996 г. среди жителей, проживающих в Нарынской области (200 чел) к I типу ЦМР мозга (высокопластичному) было отнесено 26% лиц, ко II типу (среднему) – 50% и 24% к III типу (низкопластичному), то через 20 лет при обследовании 170 горцев в этом же регионе распределение между типами ЦМР мозга изменилось следующим образом: число лиц с III типом ЦМР мозга составило 78% от общего количества обследованных, со II типом – 12% и только 10% горцев отнесены в группу высокоадаптивных индивидов [8]. Еще большие различия отмечаются при сравнении северных и южных регионов Кыргызстана. Так, обследование горного населения южных регионов Кыргызстана показало иное распределение между основными типами ЦМР мозга по ЭЭГ. Установлено, что к I группе относятся 7% горцев, ко II группе относятся 6% горцев, а к III группе относятся 87% обследованных горцев. А у горцев, проживающих в Иссык-Кульской области, к I типу ЦМР мозга относятся 10% обследованных лиц, ко II типу ЦМР мозга – 9%, а к III типу ЦМР относятся 81% из числа обследованных горцев, что свидетельствует о том, что в горах южных и северных регионов Кыргызстана проживают в основном лица с низкой пластичностью центральных механизмов регуляции мозга.

По значениям спектральной мощности (СМ) альфа-ритма горцы разделены на три группы: с высокими значениями спектральной мощности (> 91 мкВ<sup>2</sup>), средними значениями СМ (60–90 мкВ<sup>2</sup>) и низкими значениями спектральной мощности (< 59 мкВ<sup>2</sup>). На ЭЭГ горцев Иссык-Кульской области доминирует альфа-ритм у 40% горцев, средней частотой  $8,5-10 \pm 2,5$  Гц и спектральной мощностью 75,4 мкВ<sup>2</sup>. На ЭЭГ субдоминирует тета-ритм у 37% лиц, спектральной мощностью 20,8 мкВ<sup>2</sup> и средней частотой  $4,9 \pm 1,2$  Гц, а также субдоминирует бета-ритм у 23% обследованных горцев, средней частотой  $17,8 \pm 4,3$  Гц и спектральной мощностью 10,7 мкВ<sup>2</sup>. Средняя спектральная мощность горцев представлена на рис (рис. 1, 2).

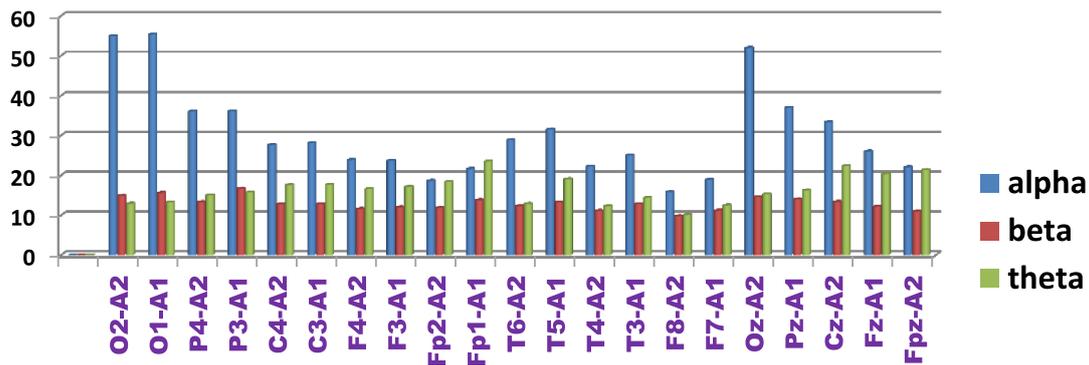


Рис. 1. Средняя спектральная мощность по всем зонам головного мозга. По оси абсцисс – зоны отведений ЭЭГ с поверхности головы; по оси ординат – значения спектральной мощности основных ритмов мозга

В устойчивом функциональном состоянии не отмечается равновероятного взаимодействия компонентов ЭЭГ [1]. Высокая пластичность нейродинамических перестроек повышает вероятность взаимодействия компонентов ЭЭГ с альфа-волнами во всех зонах коры головного мозга. У горцев с низкой пластичностью и устойчивостью мозга нейродинамических процессов отмечается высокая представленность в ЭЭГ высокочастотных и низкочастотных компонентов, но сила этих взаимодействий становится менее значимой. Представители этой группы обладают устойчивой и хорошо организованной структурой корково-подкорковых взаимоотношений. Тип ЦМР связан с временной организацией и взаимодействии друг с другом. Сдвиги в деятельности мозга неизменно сопровождаются изменениями временной организации волновой структуры ЭЭГ и ее пространственной организации [7].

Анализ регулирующей устойчивости параметров ЭЭГ показал, что запас устойчивости механизмов саморегуляции мозга наибольший у I группы и наименьший у лиц с III типом ЦМР мозга. Именно эти индивидуальные свойства механизмов саморегуляции мозга и определяют перестройки структуры паттерна ЭЭГ. Десинхронизация является объективным показателем дезадаптации организма, выражающим неспособность организма человека полностью адаптироваться.

У части обследованных горцев (46%) отмечается десинхронизация, которая затрагивает не только мозговые функции, но и нарушения физиологического и психологического состояния, вызывая дезадаптационные сдвиги. Причем именно резервы регуляции, их надежность, устойчивость и предел возможностей являются опреде-

ляющими звеньями физиологических перестроек в горах.

В ответ на влияние средовых факторов синхронизируются внутренние регуляторные механизмы, позволяющие организму срочно активировать и обеспечить исполнение необходимых компенсаторных реакций. Однако это несколько снижает функциональное состояние, и организм становится менее приспособленным к дальнейшим изменениям среды.

В связи с этим адаптация на фоне развивающегося десинхроноза происходит более напряжению и менее эффективно [3, 7]. Практически на любые воздействия факторов среды формируются комплексные реакции основных регуляторных систем. Они проявляются в мобилизации всех регуляторных механизмов, характеризующих изменение структуры внутрисистемных и межсистемных связей. Ключевая роль в долговременной адаптации принадлежит стресс-лимитирующим системам, снижающим интенсивность расходования резервов, обеспечивающих перевод обмена на более экономный и адекватный воздействию уровень. Долговременные механизмы адаптации сопряжены с переводом организма на новые уровни гомеостатического регулирования, ведущим при этом являются регуляторные пластические и энергетические механизмы адаптации. Результатом неблагоприятного взаимодействия организма может быть развитие дезадаптационных сдвигов функционального состояния, приводящих к изменению адаптивного поведения человека в горах. У 46% обследованных горцев выявлены дезадаптационные сдвиги, такие как признаки снижения функционального состояния нервной системы, сопровождающихся снижением спектральной мощности основных мозговых ритмов, ухудшением

памяти, возрастанием тревожности и др. Причем в I группе горцев выраженная дизритмия альфа-активности в виде ритма высокой амплитуды, нерегулярная, более выраженная в правой затылочной области коры головного мозга отмечается у 12%, во II группе у 6%, а в III группе – у 27% обследованных подростков. У части обследованных лиц I группы (20%) отмечается недостаточно организованная, высокоамплитудная альфа-активность в виде волн высокой амплитуды, нерегулярная в правой затылочной области на фоне высокочастотного бета-ритма, выраженного в левых височных и затылочных зонах коры головного мозга. Напротив, у 58% обследованных регистрируется организованная альфа-активность, регулярная и модулированная по амплитуде в затылочных зонах коры мозга.

Полиморфная активность у 27% горцев III типа, на фоне которой отмечается среднеамплитудная нерегулярная альфа-активность, более выраженная в центральных затылочно-теменных областях коры мозга при сохранности зональных различий. На фоне полиморфной активности у части горцев (37%) ЭЭГ характеризуется тета-активностью, частотой 4–4,9 Гц средней амплитуды, более выраженной в височно-теменно-затылочных зонах коры с обеих сторон. В этих случаях, как показали исследования по адаптивному биоуправлению по ЭЭГ, в том числе и в горах, указанные перестройки направлены на стабилизацию структуры взаимодействия компонентов ЭЭГ, улучшение функционального состояния, и они способствуют выходу из десинхронизации [2, 4].

Вопрос качества жизнедеятельности человека в условиях высокогорья все еще

остается актуальным, так как вопрос достижения относительного равновесия между организмом человека и высокогорной средой является результатом адаптации [7]. Результатом адаптации является повышение или снижение устойчивости к средовым факторам, сопровождающимся расширением или сужением диапазона адаптационных возможностей организма. Установлено, что чем выше экстремальность среды, тем более имеет место относительно устойчивая адаптация на определенный срок, по истечении которого развиваются явления дезадаптации.

Результаты психофизиологических исследований показали высокий уровень личностной тревожности у 40% обследованных горцев, средний уровень у 57% и низкий уровень всего лишь у 3% обследованных лиц. Высокий уровень ситуативной тревожности отмечается у 20%, средний уровень у 63% и низкий уровень у 17% горцев. Концентрация внимания высокая у 36% горцев, низкая у 45% обследованных лиц. При этом высокая устойчивость внимания отмечается у 78% горцев, а переключаемость внимания высока у 57%, средняя у 31% и низкая у 12%. Доминирует слуховой тип памяти (76% обследованных лиц). Продуктивным является непосредственный тип запоминания, при этом преобладание ассоциативной памяти отмечается только у 25% обследованных горцев. В списке актуальных мотиваций горцы на первом месте предпочитают занятие спортом, на втором – занятие музыкой и пением, на третьем – обучение иностранным языкам и занятие прикладным творчеством. В выборе профессий подростки предпочитают профессии из групп «человек – природа» (37%), «человек – человек» (25%) и «человек – техника» (20%).

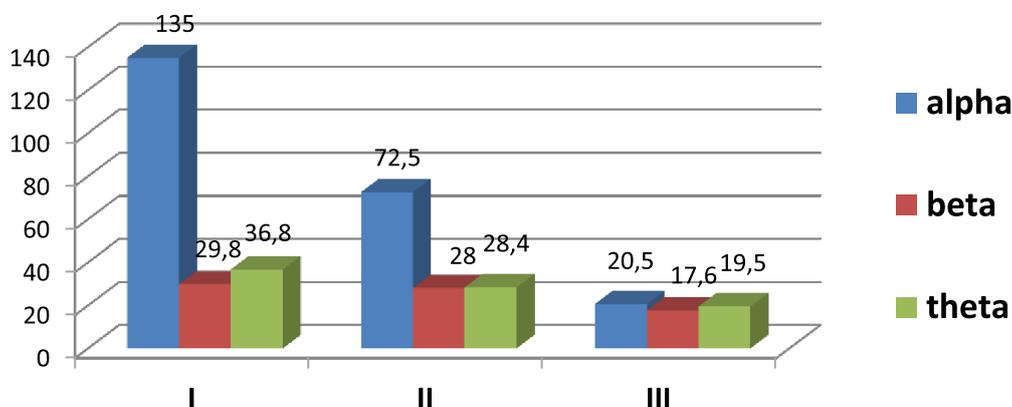


Рис. 2. Спектральная мощность основных ритмов ЭЭГ горцев по трем группам: I группа > 91 мкВ², II группа 60–90 мкВ², III группа < 59 мкВ²

### Заключение

Жизнедеятельность человека в горах обеспечивает приспособление организма к окружающей среде, обуславливая взаимодействие регуляторных, пластических и неспецифических компонентов адаптации. При этом неспецифические адаптационные изменения мобилизуют защитные регуляторные механизмы, сохраняя адекватный уровень гомеостатических констант в организме горцев.

### Список литературы

1. Новиков В.С., Сороко С.И. Физиологические основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях. СПб.: Политехника-принт, 2017. 476 с.
2. Джунусова Г.С. Центральные механизмы адаптации человека в горах. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2013. 280 с.
3. Сороко С.И., Бекшаев С.С., Сидоров Ю.А. Основные типы механизмов саморегуляции мозга. Л.: Наука, 1990. 205 с.
4. Сороко С.И., Трубачев В.В. Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоуправления. СПб.: Политехника, 2010. 607 с.
5. Сороко С.И., Алдашева А.А. Индивидуальные стратегии адаптации человека в экстремальных условиях // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 6. С. 1–9.
6. Балыкин М.В., Каркобагов Х.Дж. Системные и органные механизмы кислородного обеспечения организма в условиях высокогорья // Российский физиологический журнал. 2012. № 1. С. 127–136.
7. Новиков В.С., Сороко С.И., Шустов Е.Б. Деадаптационные состояния человека при экстремальных воздействиях и их коррекция. СПб.: Политехника, 2018. 547 с.
8. Джунусова Г.С., Сагаева Н.У., Ибраимов С.Б. Функциональное состояние адаптивных механизмов мозга у горцев Кыргызстана // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы VII Всероссийской конференции с международным участием. Ульяновск: УлГУ, 2018. С. 101–103.

УДК 616.24-002.52

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОПЕРАбельНОСТИ ПРИ ОДНОВРЕМЕННЫХ ДВУСТОРОННИХ РЕЗЕКЦИЯХ ЛЕГКИХ ПО ПОВОДУ ДВУСТОРОННЕГО ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ

**Котова Т.Г.***ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, e-mail: 261126.79@mail.ru*

Цель исследования. Усовершенствовать способ определения функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких путем упрощения прогнозирования объема ОФВ1 после операции. Материалы и методы. Для достижения поставленной цели были изучены истории болезни 259 пациентов, оперированных по поводу двустороннего деструктивного туберкулеза легких. Основную группу составили 129 пациентов, у которых были применены мини-инвазивные методы хирургического лечения. В группу сравнения вошли 130 пациентов, оперированных из стандартных доступов по общепринятым методикам. Разработанный способ прогнозирования функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких включает спирографическое определение объема форсированного выдоха за 1 с до операции, математический расчет ОФВ1 после операции, интегральную оценку показателей вентиляции и перфузии легких на основании радиоизотопного исследования объема перфузии удаленных и оставленных сегментов легкого. Результаты. После 175 резекций и 32 торакопластик в группе сравнения ОДН диагностирована в 7 случаях, ЛСН – у 4 больных. В основной группе после 105 резекций и 34 торакопластик ОДН наблюдалась в 1 случае, ЛСН – также в 1. Сопоставление осложнений с клиническим состоянием до операции, состоянием ФВД и сердечной деятельности показало, что во всех случаях можно было отметить характерный ряд факторов, с учетом значений которых можно объективно прогнозировать развитие осложнений. В результате проведенных исследований установлено, что в прогнозе ОДН и ЛСН основное значение имеют показатели ЖЕЛ, МВЛ, ОФВ1. Выводы. Совершенствование способа определения функциональной операбельности, содержащего подсчет показателей ФВД методом спирографии и легочной перфузии с помощью радиоизотопного сканирования легких, а также изучения содержания газов в крови и электрокардиографических показателей позволяет достоверно спрогнозировать возникновение острой дыхательной и легочно-сердечной недостаточности в послеоперационном периоде у пациентов с двусторонним туберкулезом легких.

**Ключевые слова:** туберкулез, резекция легкого, функциональная операбельность, радиоизотопное исследование, спирография

## FUNCTIONAL OPERABILITY IN SIMULTANEOUS BILATERAL LUNG RESECTION FOR BILATERAL PULMONARY TUBERCULOSIS

**Kotova T.G.***Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, e-mail: 261126.79@mail.ru*

Objective. To improve the determination method of functional operability in simultaneous bilateral lung resection by simplifying the prediction of FEV1 volume after surgery. Materials and methods: In order to achieve the objective case reports of 259 patients operated on for bilateral destructive pulmonary tuberculosis were studied. The treatment group included 129 patients in whom mini-invasive operative therapy was used. The control group included 130 patients operated on using open approaches in accordance with the standard methods. We developed a prediction method for functional operability in simultaneous bilateral lung resection including spirographic determination of forced expiration volume in the second before surgery, mathematical calculation of FEV1 after surgery, integral estimation of lung ventilation and pulmonary perfusion parameters based on isotopic examination of perfusion volume of removed and remaining bronchopulmonary segments. Results. In the control group, ARF was diagnosed in 7 patients, PHD (pulmonary heart disease) in 4 patients after 175 resections and 32 thoracoplasties. In the treatment group, ARF, as well as PHD was observed in one case after 105 resections and 34 thoracoplasties. Comparison of complications with the clinical state pre-operatively, respiratory function and cardiac function conditions showed that in all cases a characteristic number of factors could be noted with consideration to the meaning of which it is possible to objectively predict the development of complications. As a result of the performed studies it was found that VC, MBC (maximum breathing capacity), FEV1 parameters are of primary meaning in ARF and PHD prognosis. Conclusion. Improving the method of determining functional operability, containing the calculation of the respiratory function parameters by spirography and pulmonary perfusion using radioisotope scanning of lungs, as well as studying the blood gas content and electrocardiographic parameters, allows to predict definitely the development of acute respiratory failure and pulmonary heart disease in the postoperative period in patients with bilateral pulmonary tuberculosis.

**Keywords:** tuberculosis, lung reduction, functional operability, isotopic examination, spirography

Наиболее тяжелым осложнением ранне-го послеоперационного периода в легочной хирургии является острая дыхательная недостаточность и прогрессирующее нарушение газообмена. Для прогноза функционирования дыхательной системы после резекции

легкого необходимо оценить функциональные потери в результате операции и компенсаторные возможности организма [1].

Как правило, с этой целью используется метод определения функционального состояния удаленных и оставленных по-

сле операции сегментов легкого, включающий раздельное изучение функции правого и левого легкого, а также отдельных долей легкого [2, 3].

Однако особенности протекания раннего послеоперационного периода, а также функцию сегментов легкого, оставшихся после операции, невозможно прогнозировать только на основании прямых результатов суммарных и раздельных методов исследования функции, поскольку последние не дают необходимой информации о компенсаторных возможностях организма. С целью оценки возможностей пациента для компенсаторной перестройки системы дыхания более прогрессивным является метод прогноза функционирования легких после операции, в частности математический метод прогнозирования, основанный на установлении эмпирической связи между отдельными показателями системы дыхания до и после операции. Такой метод дает возможность определить степень восстановления функции дыхания после удаления пораженной доли легкого [4–6].

Известен способ прогнозирования функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких, содержащий спирографическое определение ОФВ1 до операции и математический расчет ОФВ1 после операции. Расчет производится по формуле

$$\text{ОФВ1 п/о} = [1 - (bn) / (42 - n) \times \text{ОФВ1 д/о}],$$

где ОФВ1 п / о – объем форсированного выдоха за первую секунду после операции;

ОФВ1 д/о – объем форсированного выдоха за первую секунду до операции;

b – общее число субсегментов в удаленной части легкого;

n – количество субсегментов с обструкцией.

Существенными недостатками указанного способа прогнозирования функциональной операбельности являются: невозможность до операции установить количество субсегментов с обструкцией, так как у фтизиатрических больных зона нарушения кровообращения в легких часто значительно превышает объем анатомических изменений. В этой связи при расчете используют данные по предполагаемому объему удаленных участков легкого, и применяемая математическая формула сложная и громоздкая. Также в данном способе прогнозирования не учитывается объем капиллярного кровотока в сегментах, так как формула не предусматривает использование данных радиоизотопного сканирования.

Цель исследования: усовершенствовать способ определения функциональной операбельности при одновременных двусторон-

них резекциях легких путем упрощения прогнозирования объема ОФВ1 после операции.

### Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были изучены истории болезни 259 пациентов, оперированных по поводу двустороннего деструктивного туберкулеза легких. Основную группу составили 129 пациентов, у которых были применены мини-инвазивные методы хирургического лечения. В группу сравнения вошли 130 пациентов, оперированных из стандартных доступов по общепринятым методикам.

Проведенный анализ данных по половому и возрастному составу не выявил существенных различий в исследуемых группах ( $p > 0,05$ ). Сопоставляемые клинические группы по формам туберкулеза, длительности заболевания, функциональным показателям, наличию, характеру и степени тяжести сопутствующей патологии различались недостоверно ( $p > 0,05$ ).

Также недостоверными оказались различия в клинических группах при сравнении основных показателей распространенности и степени тяжести туберкулеза.

Нами была поставлена задача прогнозирования объема ОФВ1 после операции путем определения объема инфузии сегментов, которые удаляются и остаются, на основании результатов радиоизотопного сканирования легких (рис. 1).

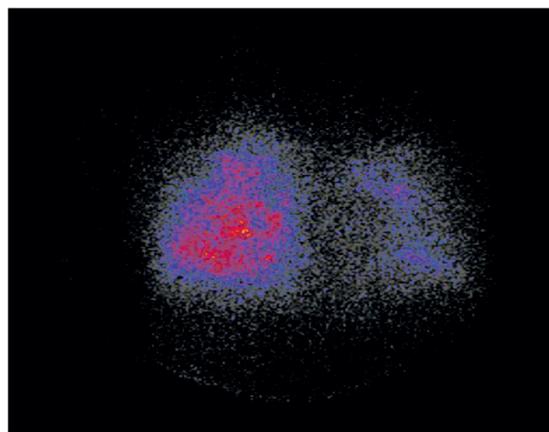


Рис. 1. Радиоизотопное сканирование легких

Разработанный нами способ прогнозирования функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких включает спирографическое определение объема форсированного выдоха за 1 с до операции, математический расчет ОФВ1 после операции, интегральную оценку показателей вентиляции и перфузии легких на основании радиоизотопного исследования объема перфузии удаленных и оставленных сегментов легкого. Объем ОФВ1 после операции рассчитывают по формуле

$$\text{ОФВ1 п/о} = \text{ОФВ1 д/о} \times V / 100, (3.3)$$

где ОФВ1 п/о – объем форсированного выдоха за 1 с после операции;

ОФВ1 д/о – форсированного выдоха за 1 с до операции; V – объем кровотока оставшихся долей легкого ( $v\%$  к общему объему кровотока в легких).

Таблица 1

Динамика показателей ФВД в зависимости от объема операции при одномоментной двусторонней резекции легких

Показатели ФВД	Объемы резекции при одномоментной двусторонней резекции легких (n = 32)											
	4 сегмента			5 сегментов			6 сегментов			7 и более сегментов		
	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут
ЖЕЛ (P ± mp%)	92,7 ±2,6	78,8 ±1,7*	86,2 ±1,2*	91,2 ±1,8	68,1 ±4,8*	78,6 ±1,9*	83,5 ±3,9	72,2 ±1,6	77,4 ±1,5	73,8 ±2,9	61,5 ±1,7*	63,3 ±1,5
МВЛ (P ± mp%)	71,4 ±2,4	65,6 ±1,8	64,2 ±1,7	58,3 ±3,1	53,0 ±2,4	58,1 ±1,2	55,4 ±1,1	48,7 ±2,1	54,5 ±2,2	62,4 ±3,1	51,2 ±4,2*	58,9 ±4,0*
ОФВ1 (P ± mp%)	91,5 ±3,2	74,5 ±2,3*	77,2 ±3,2	92,2 ±2,4	61,3 ±2,4*	72,3 ±2,1*	72,6 ±2,2	54,7 ±1,8*	55,4 ±2,7	62,8 ±3,8	41,7 ±1,4*	48,7 ±3,6
ОФВ1 /ЖЕЛ (P ± mp%)	95,4 ±3,2	88,7 ±5,1	91,6 ±1,7*	63,8 ±3,4	48,8 ±1,9*	47,6 ±1,6	72,1 ±3,1	43,9 ±1,9*	55,1 ±2,0*	59,2 ±1,7	40,7 ±2,2*	52,7 ±2,3
РаО <sub>2</sub> (мм Hg) (M ± m)	96,2 ±1,7	95,1 ±1,8	96,1 ±2,4	98,1 ±3,6	97,7 ±2,1	97,7 ±2,3	95,8 ±1,7	93,4 ±2,1	93,2 ±3,1	94,8 ±2,6	92,7 ±2,1	93,7 ±3,1
РСО <sub>2</sub> (мм Hg) (M ± m)	36,5 ±2,4	32,1 ±2,7	35,8 ±3,1	38,4 ±2,2	35,1 ±1,8	38,2 ±1,8	40,1 ±1,2	42,4 ±1,7	41,7 ±1,8	42,1 ±2,7	46,4 ±3,1	42,8 ±5,1
Рла (мм Hg) (M ± m)	27,2 ±2,1	28,4 ±3,0	27,1 ±1,8	30,2 ±1,6	33,7 ±1,4	32,7 ±1,1	32,4 ±1,5	35,1 ±1,2	33,4 ±1,7	34,7 ±1,2	37,2 ±1,4	35,0 ±2,3

Примечание. \* p < 0,05 в динамике по критерию Вилкоксона.

Таблица 2

Динамика показателей ФВД в зависимости от объема торакопластики

Показатели ФВД	Объем торакопластики (n = 32)											
	5-реберная			6-реберная			7-реберная			Более 7 ребер		
	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ЖЕЛ (P ± mp%)	83,4 ±2,7	72,8 ±2,1*	77,6 ±3,2	81,5 ±2,7	63,7 ±3,4*	78,5 ±1,7*	81,7 ±1,2	52,8 ±1,6*	69,5 ±2,8*	80,9 ±4,2	51,4 ±2,7*	62,7 ±3,2*
МВЛ (P ± mp%)	74,5 ±1,6	62,8 ±2,2*	73,4 ±2,6	76,7 ±3,1	50,7 ±2,4*	66,4 ±1,7*	80,2 ±1,6*	41,2 ±1,8*	54,2 ±2,1	86,4 ±2,1	35,1 ±1,4*	59,5 ±2,8*
ОФВ1 (P ± mp%)	80,1 ±2,6	75,2 ±2,1	76,5 ±1,8	81,6 ±2,2	74,8 ±3,1*	78,7 ±2,7	82,4 ±4,2	68,7 ±3,6*	75,7 ±2,8	79,1 ±1,4	64,2 ±1,8*	76,7 ±2,1*
ОФВ1 /ЖЕЛ (P ± mp%)	70,2 ±1,6	69,0 ±1,7	70,1 ±2,1	70,8 ±1,3	68,7 ±1,7	69,1 ±1,8	75,2 ±3,7	54,0 ±2,8*	63,4 ±1,6	70,8 ±2,4	42,0 ±2,6*	69,2 ±1,2*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РаО <sub>2</sub> (мм Hg) (M ± m)	96,2 ±1,7	95,1 ±1,8	96,1 ±2,4	97,4 ±2,1	92,3 ±1,6	94,3 ±1,8	95,4 ±3,1	94,7 ±2,9	95,3 ±2,6	94,7 ±2,2	91,4 ±2,8	93,8 ±2,5
РСО <sub>2</sub> (мм Hg) (M ± m)	34,9 ±2,1	33,8 ±2,2	35,0 ±1,6	36,8 ±1,4	39,2 ±2,7	38,1 ±2,4	38,3 ±2,6	39,2 ±1,9	37,8 ±2,7	35,9 ±2,6	46,8 ±2,1*	41,9 ±2,2
Рла (мм Hg) (M ± m)	26,3 ±2,7	27,1 ±1,8	26,2 ±2,6	28,1 ±2,4	28,7 ±2,1	28,0 ±2,2	29,7 ±1,6	30,2 ±1,8	28,2 ±1,7	30,2 ±2,2	33,7 ±1,6	31,3 ±2,4

Примечание. \* p < 0,05 в динамике по критерию Вилкоксона.

Применение в качестве главного фактора расчета послеоперационных функциональных возможностей системы дыхания регионального кровотока обусловлено тем, что у фтизиатрических больных зона нарушения кровообращения в легких часто значительно превышает объем анатомических изменений. Это связано с диссеминацией казеозных очагов и зон пневмофиброза, пневмосклероза легочной ткани и сосудов вследствие хронического воспалительного процесса.

Результаты радиоизотопного метода исследования регионального кровотока, используемые в предложенной формуле, позволяют оценить не только функциональное состояние легочной ткани, но и установить до операции функциональную полноценность остающихся после резекции сегментов легкого.

Функциональная операбельность – это функциональная переносимость операции, решение вопроса о возможности функциональных систем легких пациента перенести предстоящую операцию. То есть функциональная операбельность – это проблема прогнозирования, для решения которой необходим анализ результатов комплексного обследования пациента перед оперативным вмешательством.

Расширение показаний к хирургическому лечению больных двусторонним туберкулезом легких неотвратимо повышает частоту послеоперационных осложнений, наиболее опасными из которых являются острая дыхательная недостаточность (ОДН) и легочно-сердечная недостаточность (ЛСН). С нашей точки зрения, в патогенезе ОДН после операции на легких помимо традиционных причин (ателектаз, пневмония и другие), существенное значение имеет плохая послеоперационная адаптация вследствие низких показателей ФВД. Именно прогнозирование уровня некоторых показателей ФВД в послеоперационном периоде дает возможность предотвратить развитие ОДН и ЛСН.

### Результаты исследования и их обсуждение

С целью прогнозирования ОДН и ЛСН после резекционных и коллапсохирургических вмешательств по исходным функциональным показателям легких и сердца нами была изучена частота развития ОДН и ЛСН у пациентов обеих клинических групп. После 175 резекций и 32 торакопластик в группе сравнения ОДН диагностирована в 7 случаях, ЛСН – у 4 больных. В основной группе после 105 резекций и 34 торакопластик ОДН наблюдалась в 1 случае, ЛСН – также в 1. Сопоставление осложнений с клиническим состоянием до операции, состоянием ФВД и сердечной деятельности показало, что во всех случаях можно было отметить характерный ряд факторов, с учетом значений которых можно объективно прогнозировать развитие осложнений. В результате проведенных исследований установлено, что в прогнозе ОДН и ЛСН основное значение имеют показатели ЖЕЛ, МВЛ, ОФВ1. С целью установления оптимальных функциональных маркеров нами изучена динамика из-

менений показателей изменений внешнего дыхания и газов крови у больных в зависимости от вида и объема оперативных вмешательств. При выполнении одномоментной двусторонней резекции легких (ОДРЛ) наиболее чувствительным показателем явился ОФВ1, динамика которого прямо пропорциональна объему резецированной легочной паренхимы (табл. 1).

Так, градиент падения ОФВ1 через 10 суток после ОДРЛ колебался от  $5,0 \pm 1,2$  ( $P \pm m\text{p} \%$ ) при суммарном объеме резекции в 3 сегмента до  $20,2 \pm 1,6$  при резекции 6 и более сегментов. Такой глубины падения не наблюдалось при исследовании показателей ЖЕЛ и МВЛ. Снижение ОФВ1 в данном случае отражает obstructивные сдвиги и в определенной степени зависит от мышечного усилия, которое прилагает пациент. Из табл. 2 видно, что показатель ОФВ1 снижался на 3–4% от исходного значения, а отклонения ЖЕЛ и МВЛ от исходного значения составляли 25–32%.

Совершенно очевидно, что изменения ЖЕЛ и МВЛ после торакопластики через 1 месяц после операции в условиях болевого синдрома и восстановления респираторной активности ребер и диафрагмы зависят от объема торакопластики: обратная средняя сила корреляционная связь между объемом торакопластики и ЖЕЛ ( $r = -0,54$ ,  $p = 0,044$ ) и МВЛ ( $r = -0,42$ ,  $p = 0,044$ ).

При росте объема торакопластики наблюдается более выраженное снижение вентиляционных показателей (коэффициент корреляции при 7-реберной торакопластике  $r = -0,44$ ;  $p = 0,033$ ). Таким образом, оптимальными функциональными маркерами при прогнозировании функциональной операбельности при выполнении лечебной торакопластики являются показатели ЖЕЛ и МВЛ и, вследствие этого – индекс вентиляции – ЖЕЛ (%) x МВЛ (%).

Нами проанализирована корреляционная взаимосвязь между прогнозируемым ОФВ1 по разработанной методике и риском возникновения гиперкапнии. При исследовании  $\text{PaCO}_2$  артериальной крови (норма 35–45 мм) у пациентов, перенесших одномоментные двусторонние резекции легких, выяснилось, что степень гиперкапнии прямо пропорциональна степени снижения прогнозируемого ОФВ1 (рис. 2).

При послеоперационных показателях ОФВ1 в пределах 0,9–1,0 л гиперкапния не развивалась. При снижении ОФВ1 менее 0,8 л  $\text{PaCO}_2$  превышало 45 мм рт.ст. ( $r = -0,58$ ,  $p < 0,05$ ), что клинически соответствовало дыхательной недостаточности. Таким образом, при ОФВ1 менее 1 л

и  $\text{PaCO}_2$  более 45 мм рт.ст. выполнение односторонних двусторонних резекций легких сочетаются с высокой частотой развития ОДН. Наблюдалась взаимосвязь между развитием в послеоперационном периоде ОДН и ЛСН и снижением индекса вентиляции. При значении индекса вентиляции в пределах 6400–4225 (80–60% ЖЕЛ×60–80% ХВЛ) признаки ОДН не регистрировались (сильная, обратная корреляционная связь:  $r = -0,99$ ,  $p = 0,0006$ ).

При снижении индекса вентиляции ниже 4225 (65% ЖЕЛ×65% ХВЛ) вероятность ОДН значительно повышалась ( $r = -0,71$ ,  $p < 0,05$ ). Таким образом, при значении индекса вентиляции в пределах

4225–2500 выполнение односторонних двусторонних резекций легких сопровождается высоким риском развития ОДН в послеоперационном периоде. Вместе с тем при исследовании взаимосвязи частоты ОДН и уровня индекса вентиляции у больных после коллапсохирургических вмешательств выяснилось, что при снижении индекса вентиляции частота ОДН увеличивается именно при объеме резекции более 5 ребер. То есть показатель индекса вентиляции 2500 является минимально допустимым (50% ЖЕЛ×50% ХВЛ) для выполнения торакопластики в объеме более 5 ребер и двусторонних коллапсохирургических вмешательств (табл. 3).

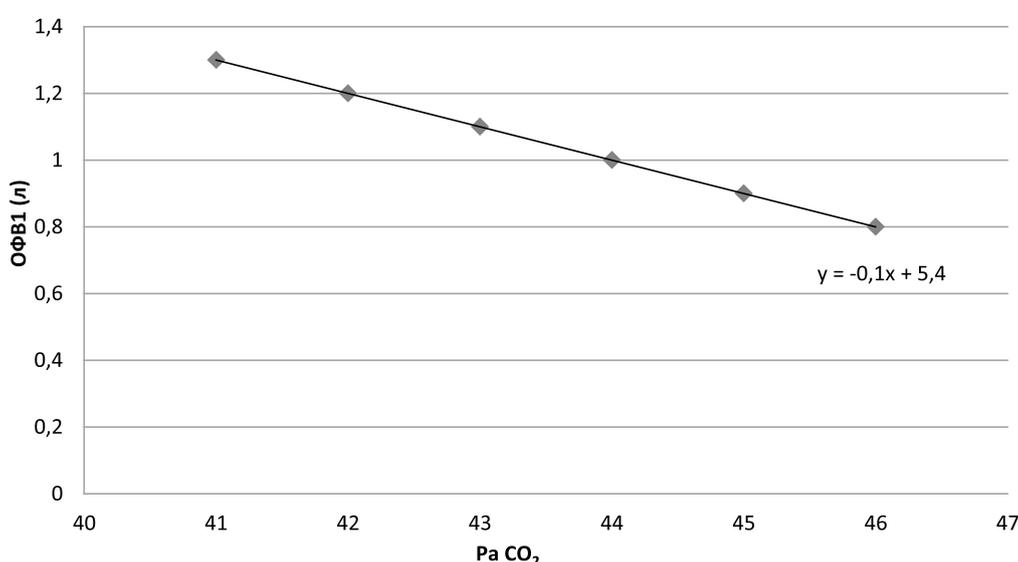


Рис. 2. Взаимосвязь прогнозируемого ОФВ1 и послеоперационной гиперкапнии у оперированных пациентов

Таблица 3

Прогнозирование ОДН и ЛСН после различных видов оперативных вмешательств у больных двусторонним туберкулезом легких

Показатели ФВД	ОДРЛ 5–7 сегментов, последовательные двусторонние резекции > 7 сегментов, торакопластики > 5 ребер, двусторонние коллапсохирургические вмешательства	ОДРЛ < 5 сегментов, последовательные резекции 5–7 сегментов, торакопластики 5-реберные
ЖЕЛ (%)	50–40	60–80
МВЛ (%)	50–40	60–80
ОФВ <sub>1</sub>	< 1 л	> 1 л
$\text{PaCO}_2$ мм рт.ст.	>45	<45
Индекс вентиляции	2500–4225	4225–6400
Рла	>35	<35
Прогноз	ОДН и ЛСН возможны	ОДН маловероятна

### Выводы

Совершенствование способа определения функциональной операбельности, содержащего подсчет показателей ФВД методом спирографии и легочной перфузии с помощью радиоизотопного сканирования легких, а также изучения содержания газов в крови и электрокардиографических показателей позволяет достоверно спрогнозировать возникновение острой дыхательной и легочно-сердечной недостаточности в послеоперационном периоде у пациентов с двусторонним туберкулезом легких.

### Список литературы

1. Елипашев А.А., Елькин А.В., Шпрыков А.С. Эффективность экономных резекций легких у больных с ле-

карственно устойчивым туберкулезом // Туберкулез и болезни легких. 2015. № 4. С. 467–468.

2. Перельман М.И., Отс О.Н., Агкацев Т.В. Хирургическое лечение туберкулеза при устойчивости микобактерии к химиопрепаратам // Consilium Medicum. 2011. Т. 13. № 3. С. 5–10.

3. Дьяченко Т.Ю. Математическое и физиологическое моделирование послеоперационного газообмена для прогноза операбельности легочных больных: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1992. 212 с.

4. Yusuf N., Rauf C.P., Yusuf N. Surgery in pleuro-pulmonary tuberculosis: On the comeback trail. *Astrocyte*. 2017. vol. 4. no. 2. P. 111–124. DOI: 10.4103/astrocyte.astrocyte\_67\_17.

5. Shiraishi Y. Surgical treatment of multidrug-resistant tuberculosis. *Kekkaku*. 2010. vol. 85. no. 5. P. 258–260.

6. Павлушин А.В., Шпрыков А.С. Туберкулез органов дыхания: учеб. пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородской гос. медицинской академии, 2012. 422 с.

УДК 616.314.17-008.1-002.2-085

## ЦИТОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ «АЗОКСИМЕРА БРОМИДА» В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО ПАРОДОНТИТА

**Майборода Ю.Н., Хорев О.Ю., Безроднова С.М., Белая Е.А.**

*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, Ставрополь, e-mail: bezrodnova.s@yandex.ru*

Цель: проведение сравнительного анализа применения препарата «Азоксимера бромид» при лечении пародонтита на фоне иммунодефицитных состояний в различные сроки динамического наблюдения. Материалы и методы: общее число больных пародонтитом легкой и средней тяжести, прошедших обследование и получивших лечение, было 98 человек, в возрасте от 17 до 55 лет. Пациенты были разделены на 2 группы: применявшие препарат «Метрогил-Дента» и пациенты, получавшие препарат «Азоксимера бромид». Результаты полуколичественного исследования активности ферментных систем обрабатывали методом вариационной статистики по И.А. Ойвину, с предварительным вычислением среднего цитохимического коэффициента (СЦК) и определения средних величин (М) и их ошибок (m), среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), достоверных отличий критерия t Стьюдента при уровне статистической значимости различий P не более 0,05. Результаты: клинико-цитохимическими методами исследования больных пародонтитом легкой и средней степени тяжести прослежена эффективность применения синтетического иммуномодулятора «Азоксимера бромид» в динамике комплексного лечения в сравнительном аспекте. При лечении хронического пародонтита в фазе обострения, на фоне применения лекарственного препарата «Метрогил-Дента» методом выбора целесообразно назначать иммуномодулятор «Азоксимер бромид». Заключение. Иммуномодулятор «Азоксимер бромид» способствовал процессу нормализации иммунитета, о чем свидетельствовало восстановление показателей активности ферментных систем полиморфноядерных лейкоцитов и способствует усилению клинической эффективности базисной терапии у больных пародонтитом в более короткие сроки.

**Ключевые слова:** пародонтит, ферментные системы полиморфноядерных лейкоцитов, иммуномодулятор

## CYTOCHEMICAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF «AZOXIMER BROMIDI» IN COMPLEX TREATMENT OF CHRONIC PERIODONTITIS

**Mayboroda Yu.N., Khorev O.Yu., Bezrodnova S.M., Belaya E.A.**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Stavropol State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation,  
Stavropol, e-mail: bezrodnova.s@yandex.ru*

Aim. Comparative analysis of the preparation «Azoximer bromidi» use in the treatment of periodontitis against the background of immunodeficiency states at various times of dynamic observation. Materials and methods: The total number of patients with mild to moderate periodontitis who underwent examination and received treatment was 98, at the age from 17 to 55 years. The patients were divided into 2 groups: those using the drug «Metrogil-Denta» and patients who received the drug «Azoximer bromidi». The results of a semiquantitative study of the activity of enzyme systems were processed by the variational statistics method of I.A. Oivin, with a preliminary calculation of the mean cytochemical coefficient (MCC) and the determination of the mean values (M) and their errors (m), the standard deviation ( $\sigma$ ), significant differences in the t-Student's test at a level of statistical significance of P differences of not more than 0,05. Results. The effectiveness of the synthetic immunomodulator «Azoximer bromidi» in the dynamics of complex treatment in the comparative aspect is traced by means of clinical and cytochemical methods of study of the patients with periodontitis of mild to moderate severity. In the treatment of chronic periodontitis in the acute phase, during treatment with the drug «Metrogil-Dent» it is worthwhile administering an immunomodulator «Azoximer bromidi» as a method of choice. Conclusion. Immunomodulator «Azoximer bromidi» the latter stimulated the process of normalization of the immune system, as evidenced by the recovery of activity indicators of enzyme systems of polymorphonuclear leukocytes and enhances clinical efficacy of basic therapy in patients with periodontitis in a shorter time.

**Keywords:** periodontal disease, enzyme systems of polymorphonuclear leukocytes, immune modulator

К настоящему времени отмечают прогрессирующие и практически непрерывно рецидивирующие заболевания пародонта, которые обусловлены отсутствием единой концепции этиологии, патогенеза, диагностики и лечения воспалительного процесса, распространенностью [1, 2]. В основе болезни пародонта лежит воспалительный процесс от острой с переходом в хроническую фазу [3, 4]. Считается, что микробный фактор является определяющим в развитии

воспалительных процессов в пародонте. Их внедрение в ткани вызывают развитие аутоиммунных реакций или иммунодефицитных состояний, приводящее к сдвигам в синтезе белков [5–7] и при отсутствии лечения острая фаза воспалительного процесса сменяется на хронический период заболевания [8].

Клинико-экспериментальные исследования и анализ литературных данных констатируют представления о том, что ос-

новным моментом воспалительно-деструктивных процессов является чрезмерная активация полиморфноядерных лейкоцитов (ПМЯЛ) в очагах поражения пародонта [9, 10], которые индуцируют развитие в тканях гипоксического состояния, обуславливающие глубокие патологические изменения с последующей элиминацией зубов [6]. В связи с появлением деструктивно-воспалительных проявлений для лечения пародонтита на фоне иммунной недостаточности стоит необходимость использования иммунологической коррекции [3]. Имеются клинико-экспериментальные исследования, направленные на патогенетические разработки и применения разнообразных категорий иммуномодуляторов и их комбинаций [5, 11, 12].

Имеется целый ряд лечебных препаратов, имеющих широкий спектр иммуномодулирующих и иммуностимулирующих свойств. К последним относится отечественный препарат «Азоксимера бромид». Спектр действия препарата, в отличие от других иммуномодуляторов, наряду с иммуностимулирующим и детоксирующим эффектом, способен увеличивать иммунную резистентность организма.

Энергетическая способность ПМЯЛ регулируется ферментами, которые являются маркерами аккумуляции и локальной дегрануляции ПМЯЛ, активность или пассивность которых в отношении «Азоксимера бромида» остаются открытыми. Требуется дальнейшее исследование влияния препарата на накопление в пораженных тканях ПМЯЛ [10].

Цель исследования: проведение сравнительного анализа применения препарата «Азоксимера бромид» при лечении пародонтита на фоне иммунодефицитных состояний в различные сроки динамического наблюдения.

#### Материалы и методы исследования

98 человек с пародонтитом легкой и средней тяжести в возрастном диапазоне от семнадцати до пятидесяти пяти лет. Больные были поделены на 2 группы. 1-я группа – лица с пародонтитом легкой степени тяжести (ПЛСТ) (48 человек). 2-я группа – больные с пародонтитом средней степени тяжести (ПССТ) (50 человек). Обе группы были разделены на 2 подгруппы. Пациенты 1-й подгруппы составили ПЛСТ (23 человека) и ПССТ (22 человека), лечение которым ограничивалось традиционной медикаментозной терапией (ТМТ) с применением препарата «Метрогил-Дента». 2-й подгруппе соответственно ПЛСТ (25 пациентов) и ПССТ (28 пациентов) на фоне ТМТ инъецировали внутримышечно в течение 20 дней через день препарат «Азоксимера бромид» по 6,0 мг, что в суммарной дозе составило 60 мг. 40 пациентов образовали контрольную группу с интактной зубо-челюстной системой, которые служили фоном на пред-

мет выявления исходной функциональной активности нейтрофилов. Состояние тканей пародонта до и после лечения оценивали на основе следующих индексов: индекс ONI-S по Russel и РМА в модификации Parma, индекс SBI. Глубина деструкции тканей пародонта оценивалась методом зондирования в 6-ти точках каждого зуба. Проводилась рентгенографическое исследование отдельных зубов и при необходимости челюстных костей. Для исследования осуществляли забор крови микрошприцем из пародонтальных карманов или десневых сосочков у всех пациентов с их согласия. Содержание катионных белков (КБ) осуществляли по В.Е. Пигаревскому, миелопероксидазу (МПО) по Р. Лилли, щелочную фосфатазу (ЩФ) по L.S. Karlow, кислую фосфатазу (КФ) и сукцинатдегидрогеназу (СДГ) по Р.П. Нарциссову.

Применялась вариационная статистика по И.А. Ойвину, средний цитохимический коэффициент (СЦК), средние величины (М) и их ошибки (m), среднее квадратическое отклонение (σ), достоверные отличия критерия t Стьюдента (Р не более 0,05). Обработка проведена на компьютере фирмы Intel Pentium 4.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрение результатов исследования показало, что пациенты на фоне ТМТ, несмотря на соблюдение гигиены полости рта, отмечали в дальнейшем ухудшение пародонтологического статуса. Удовлетворительное состояние гигиены полости рта отмечалось в течение 30 суток после терапевтических мероприятий. В дальнейшем наблюдалось увеличение показателей, которое приводило к ухудшению индивидуальной гигиены.

При оценке динамики индексов SBI и РМА также отмечались в ближайшие сроки после окончания лечебных мероприятий усиление воспалительного процесса с сохранением показателя глубины деструкции пародонтальных тканей практически на весь период наблюдения. Оставались на среднем уровне показатели индекса гигиены в течение от 3 месяцев до 1 года наблюдения.

У пациентов, которым на фоне профессиональной гигиены применялся азоксимера бромид, отмечался положительный ход лечения, параллельное снижение пародонтальных индексов, цифровые значения постепенно умеренно увеличивались. Пародонтальные индексы к концу наблюдения увеличивались, особенно у пациентов с пародонтитом средней степени тяжести.

В процессе динамического наблюдения цитохимические результаты были разными у пациентов с ПЛСТ и ПССТ. На 20 суток у пациентов первой группы 1-й и 2-й подгруппы содержание и активность КФ, СДГ, КБ превышали средние значения нормы и фоновой активности. Усиление активности КБ и КФ отражается на состоянии воспалительной реакции. Во второй подгруппе

уменьшение активности МПО, возможно, выглядит как задержка выхода энзима из красного костного мозга, компенсируется на весь период наблюдения высоким подъемом СДГ и ЩФ (рис. 1, 2). К 30 суткам после лечения у пациентов 1-й группы 2-й подгруппы отмечалось максимальное увеличение содержания КБ ( $2,02 \pm 0,06$ ;  $p < 0,05$ ) с постепенным снижением ( $1,69 \pm 0,10$ ;  $p < 0,1$ ) к концу наблюдения (рис. 2).

Повышение активности МПО и КФ, а также снижение активности ЩФ отмечалось у пациентов 2-й группы с последующей нормализацией к исходному уровню ( $p < 0,1$ ). Функциональная пластичность высокоспециализированных клеток рассматривается при высокой активности МПО и КФ и повышении КБ [8], препарат действовал на гранулоцитарную систему нейтрофильных лейкоцитов [12]. Положительное действие препарата подтверждается достоверной статистической динамикой

активности ЩФ и КБ к 12 месяцам исследования, что свидетельствует об уменьшении воспалительных процессов ( $p < 0,05$ ) (рис. 3, 4).

Синхронное увеличение активности КФ, МПО у пациентов 2-й группы в сравнении с 1-й связано с более агрессивным внутриклеточным уничтожением бактерий нейтрофилами и подтверждается повышением содержания КБ. У больных 2-й группы 1-й подгруппы для МПО и КФ выявлена одинаковая динамика активности, что нехарактерно для пациентов 1-й группы, обеспечивающая увеличение функции фагоцитарного аппарата, направленной на уничтожение микробных ассоциаций. КБ в течение всего наблюдения не изменялись, приближаясь к показателям контрольных цифр ( $p > 0,1$ ) и фоновой патологии. Щелочная фосфатаза на протяжении всего периода исследования имела активность характерной для альтернативной фазы воспаления.

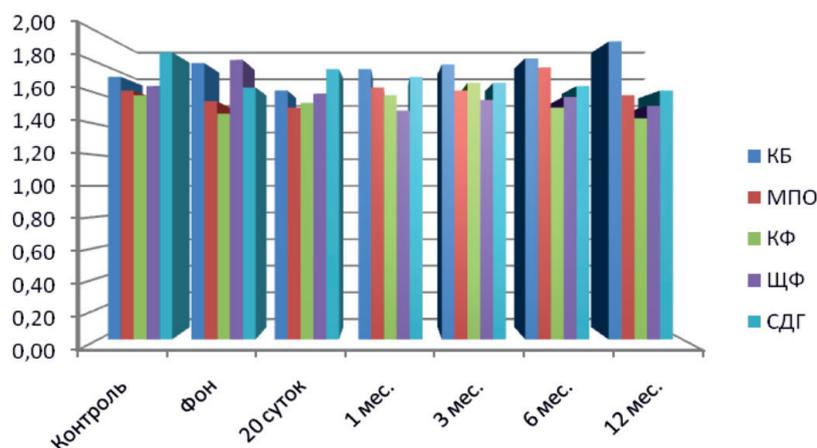


Рис. 1. Динамическое исследование активности ферментов у пациентов 1-й группы 1-й подгруппы

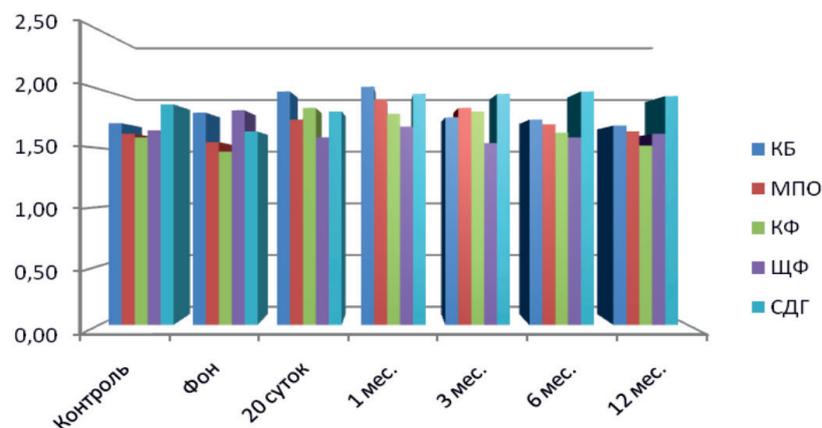


Рис. 2. Динамическое исследование активности ферментов у пациентов 1-й группы 2-й подгруппы

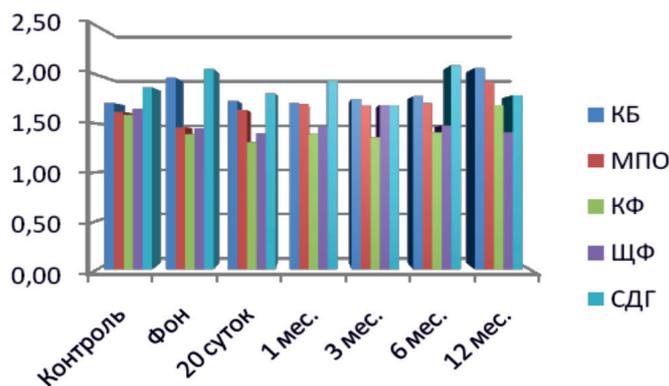


Рис. 3. Динамическое исследование активности ферментов у пациентов 2-й группы 1-й подгруппы

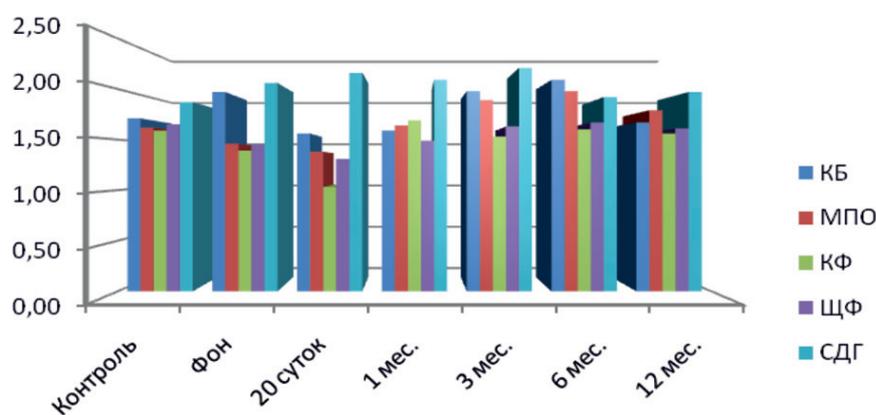


Рис. 4. Динамическое исследование активности ферментов у пациентов 2-й группы 2-й подгруппы

В структуре популяции клеток для СДГ на фоне снижения активности фермента отмечалось нарушение клеточного баланса. К концу наблюдения (12 месяцев после лечения) средняя активность фермента мало отличалась от нормальных значений ( $p > 0,1$ ). Различия, в сравнении с цифровыми показателями фоновой активности, были достоверны ( $p < 0,05$ ).

Активность СДГ была в пределах нормы даже через шесть, двенадцать месяцев в динамике лечения. У пациентов с ПССТ исходные показатели ЩФ и КБ отличались от результатов цифровых показателей больных с интактным пародонтом ( $p > 0,05$ ). Значения КФ и МПО были значительно ниже контрольных величин (соответственно  $1,46 \pm 0,09$  и  $1,39 \pm 0,09$ ).

По окончании лечения у больных 2-й группы, 2-й подгруппы отмечалось снижение содержания активности КБ и ЩФ в течение 30 дней от начала терапевтических мероприятий с повышением КБ к 3-му и 6-му месяцам, повышение МПО и КФ

( $1,98 \pm 0,12$  и  $1,60 \pm 0,05$  соответственно,  $p < 0,05$ ), ЩФ в течение всего периода лечения, превышающих показатели фоновой патологии.

Увеличение КФ, КБ, МПО связано с воздействием препарата на выброс из красного костного мозга биологически активных веществ ПМЯЛ. К 6-му месяцу из-за иммуномодулирующего действия препарата наблюдается высокая активность бактерицидных систем гранулоцитов в результате повышения фагоцитарной активности нейтрофилов, изменяется структурно-функциональная организация ферментов. Через 3 и 6 месяцев у пациентов отмечалось повышение содержания КБ и к концу лечения нормализация ЩФ и КФ ( $1,61 \pm 0,10$  и  $1,56 \pm 0,10$ ), а также высокие цифровые значения для СДГ, в сравнении с пациентами с ПЛСТ. Увеличение средней активности СДГ нередко сопровождалось пониженной активностью и дефицитом резерва клеток с типичной активностью. При декомпенсации и истощении резервного запаса клеток с типичной активностью наблюдалось по-

вышение СДГ. Средняя активность КФ, ЩФ и МПО, приближающаяся к контрольным показателям, нивелировала ферментативную активность гранулярного аппарата структурных образований пародонта после наблюдения, приводила к повышению сбалансированной СДГ. После окончания наблюдения сохранялась на отметке верхней границы нормы ( $1,80 \pm 0,11$ ).

Снижение активности СДГ может обуславливать нормализацию обменных процессов за счет нарушения тканевой биоэнергетики и истощения резервного запаса клеток [8]. Нарушение окислительно-восстановительных процессов на фоне ацидоза и гипоксии характерно для больных первой группы, что не присуще пациентам второй группы. Общесоматическая патология может изменять иммуноцитохимические реакции и тем самым спровоцировать прогрессирование патологического процесса у отдельных больных [9].

К году наблюдения отмечалось увеличение МПО и КБ с незначительным повышением контрольных цифр ( $p > 0,1$ ) на фоне уменьшения ЩФ и КФ. Уменьшение ЩФ в динамике наблюдения указывает на снижение концентрации иммунокомпетентных клеток, что является основой патогенеза пародонтита.

### Заключение

Анализируемый цитохимический состав ферментов крови указывает на положительное влияние препарата на динамику пародонтологического лечения, а также показателей местной неспецифической защиты. В стадии обострившегося пародонтита отмечается выброс высоких концентраций провоспалительных соединений, что, по-видимому, способствует выделению противовоспалительных интерлейкинов. Скорость их секреции, конвертация в крови увеличивается на фоне уменьшения медиаторов воспаления. Развивается компенса-

торный противовоспалительный ответ, сочетающийся с повышением фагоцитарной активности иммунокомпетентных клеток, что способствует усилению клинической эффективности ТМТ у пациентов пародонитом на фоне иммунного дефицита.

### Список литературы

1. Цепов Л.М., Николаев А.И., Нестерова М.М., Щербачева Т.Е. и др. «Пограничные состояния» в диагностике и лечении воспалительных заболеваний пародонта // Пародонтология. 2012. Т. 17. № 4 (65). С. 8–12.
2. Zia A., Khan S., Bey A., Gupta N.D., Mukhtar-Un-Nisar S. Oral biomarkers in the diagnosis and progression of periodontal diseases. *Biology and Medicine*. 2011. vol. 3. no. 2. P. 45–52.
3. Михалева Л.М., Шаповалов В.Д., Бархина Т.Г. Хронический пародонтит. Клиническая морфология и иммунология. М., 2004. 126 с.
4. Cochran D.L. Inflammation and bone loss in periodontal disease. *Periodontology*. 2008. vol.9. no. 8. P. 1569–1576.
5. Булкина Н.В., Лукина Л.В., Глыбочко А.П. Иммуномодулирующая терапия при воспалительных заболеваниях. Саратов: Издательство Саратовского медицинского университета, 2008. 110 с.
6. Вольф Г.Ф., Ратейцак Э.М. Пародонтология / Пер. с нем.: под ред. проф. Г.М. Барера. М.: МЕДпресс-информ, 2008. С. 215–230.
7. Тец В.В. Роль микрофлоры полости рта в развитии заболеваний человека // Стоматология. 2008. № 3. С. 4–7.
8. Быков В.Л. Система иммунокомпетентных клеток десны человека в норме и при воспалительных заболеваниях пародонта // Архив патологии. 2005. № 2. С. 51–55.
9. Майборода Ю.Н., Саркисов А.А., Уряшева Э.В. Цитохимический мониторинг нейтрофильных – гранулоцитов периферической крови у больных пародонитом на фоне хронического риносинусита // Астраханский медицинский журнал. 2013. № 3. С. 69–73.
10. Шурна А., Сакалаускене Ю., Глейзнис А., Мильчовене С., Иванаускене Э., Шаферис В. Секреторная активность нейтрофильных лейкоцитов при воспалительных патологиях пародонта // Физиология человека. 2006. № 6 (32). С. 95–102.
11. Царев В.Н., Николаева Е.Н., Арутюнов Д.С., Фомичева Е.М., Унанян А.А., Арутюнов С.Д. Экспериментальное обоснование применения биополимерных пленок, содержащих препараты иммуномодулирующего и антибактериального действия, для лечения заболеваний пародонта // Пародонтология. 2010. № 1. С. 57–60.
12. Гаража Н.Н., Майборода Ю.Н., Маркина Т.В. Цитозимохимическая оценка применения препарата «Галавит» в терапии хронического генерализованного пародонтита // Мед. вестник Северного Кавказа. 2011. № 4. С. 21–24.

УДК [616-001.4-002+615.468.45]-092.9:612.275

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАЗИ  
«ЛЕВОМЕКОЛЬ» И 10 % АНТИСЕПТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА  
«ПОВИДОН-ЙОД» В ЛЕЧЕНИИ ОСТРОГО ГНОЙНОГО ВОСПАЛЕНИЯ  
МЯГКИХ ТКАНЕЙ В ПЕРИОД АДАПТАЦИИ  
К ВЫСОКОГОРЬЮ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**<sup>1</sup>Ниязов Б.С., <sup>1</sup>Абдылдаев Н.К., <sup>3</sup>Уметалиев Ю.К., <sup>1</sup>Эралиев Б.А.,  
<sup>2</sup>Акматов Т.А., <sup>1</sup>Сабитов А.А.**

<sup>1</sup>*Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения  
квалификации им. С.Б. Даниярова, Бишкек, e-mail: Nurik\_02.06@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Национальный хирургический центр, Бишкек;*

<sup>3</sup>*Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек*

Изучен характер течения раневого процесса и показана оценка эффективности комплексного применения мази «Левомеколь» и 10% препарата «повидон-йод» в лечении острого гнойного воспаления мягких тканей у экспериментальных животных, в период адаптации к высокогорью, на 3-е и 30-е сутки пребывания на перевале Туя-Ашуу (3200 м. над уровнем моря). Опыты проводились на 72 беспородных разнополых кроликах, весом 3,5–4,0 кг. Всех животных разделили на 3 группы: I группа – контрольная, опытные животные (24 особи), эксперименты проводились в условиях 770 м над уровнем моря, г. Бишкек; II группа – животные с кратковременной адаптацией к высокогорью (24 особи), опыты начинали после пребывания на перевале Туя-Ашуу (3200 м над уровнем моря) в течение 3 дней; III группа – опытные животные с длительной адаптацией к высокогорью (24 особи), опыты начинали после пребывания на перевале Туя-Ашуу (3200 м над уровнем моря) в течение 30 дней; Характер течения раневого процесса изучали при помощи планиметрического метода, скорость уменьшения площади ран, термометрии общего тела, бактериологических исследований, на данных лейкоцитарного индекса интоксикации. В ходе сравнения наблюдали высокую эффективность заживления ран у экспериментальных кроликов III группы, в условиях высокогорья. На 3-й день лечения площадь ран в опытной группе I составляет – 1070,5 ± 37,5 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005), во II группе – 1310,0 ± 7,07 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005), и в III – 1284,0 ± 25,51 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005). На 15-е сутки сокращение площади раны II группа отстает от других групп и составляет в среднем – 483,6 ± 17,78 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005), так как в I-й группе – 111,0 ± 5,54 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005), и в III-й группе – 378,8 ± 35,0 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005), показатели I, II, III-й групп на 20-е сутки составили 111,0 ± 5,54 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005), 268,3 ± 9,07 мм<sup>2</sup> (p ≤ 0,005) и 203,6 ± 6,18 (p ≤ 0,005) мм<sup>2</sup>, показывает, что при кратковременной адаптации к высокогорью отмечается неблагоприятное и затяжное течение заживления.

**Ключевые слова:** высокогорье, адаптация, раневой процесс, повидон-йод, левомеколь

**EFFICACY OF COMBINED APPLICATION OF «LEVOMEKOL» OINTMENT  
AND 10 % POVIDONE IODINE (BETADINE) ANTISEPTIC MEDICINE  
IN THE TREATMENT OF ACUTE SUPPURATIVE INFLAMMATION  
OF SOFT TISSUES DURING THE COURSE OF HIGH MOUNTAINS  
ADAPTATION BASED ON EXPERIMENT**

**<sup>1</sup>Niyazov B.S., <sup>1</sup>Abdyldaev N.K., <sup>3</sup>Umetaliev Yu.K., <sup>1</sup>Eraliev B.A., <sup>2</sup>Akmatov T.A., <sup>1</sup>Sabitov A.A.**

<sup>1</sup>*Kyrgyz State Medical Institute of Post-graduate Training and Continuous Education  
named after S.B. Daniyarov, Bishkek, e-mail: Nurik\_02.06@mail.ru;*

<sup>2</sup>*National Surgical Center, Bishkek;*

<sup>3</sup>*Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek*

The nature of the course and the evaluation of the effectiveness of the complex application of «Levomekol» ointment and 10% of «povidone-iodine» antiseptic drug in the treatment of acute purulent inflammation of soft tissues in experimental rabbits during the short and long-term adaptation to the highlands, on the 3rd and 30th days of stay at Tuia-Ashuu pass (3200 m above sea level). The experiments were carried out on 72 outbred rabbits of different genders, weighing 3.5–4.0 kg. All animals were divided into 3 groups: I-group – experimental animals (24 samples), the experiments were carried out in conditions of 770 m above sea level, Bishkek; I-group – animals with short-term adaptation to high mountains (24 samples), the experiments started after being on the Tuia-Ashuu pass (3200 m above sea level) for 3 days; S-group – experienced animals with a long-term adaptation to the highlands (24 samples), the experiments started after a stay on the Tuia-Ashuu pass (3200 m above sea level) for 30 days; Studied the dynamics of the wound process was studied using a planimetric method, the rate of wound area reduction, general body thermometry, bacteriological studies, using leukocyte intoxication index data. In the course of the comparison, the high efficiency of wound healing in experimental animals of the 111-group, in conditions of high mountains, was noted. On the third day of treatment, the area of wounds in the experimental group I is equal to 1070.5 ± 37.5 mm<sup>2</sup> (p < 0.005), In the I-group – 1310.0 ± 7.07 mm<sup>2</sup> (p < 0.005), and in III – 1284.0 ± 25.51 mm<sup>2</sup> (p < 0.005). On the fifteenth day the reduction of the wound area II – group lags behind other groups and averages – 483.6 ± 17.78 mm<sup>2</sup> (p < 0.005), Since in the 1st group – 111.0 ± 5.54 mm<sup>2</sup> (p < 0.005), and in the III group – 378.8 ± 35.0 mm<sup>2</sup> (p < 0.005), indicators of the I-, P-, U-th groups on the 20th day were 111.0 ± 5.54 mm<sup>2</sup> (p < 0.005), 268.3 ± 9.07 mm<sup>2</sup> (p < 0.005) and 203.6 ± 6, 18 (p < 0.005) mm<sup>2</sup>, shows that during short-term adaptation to high mountains, an unfavorable and prolonged course of healing is observed.

**Keywords:** high mountains, adaptation, wound process, Povidone Iodine (Betadine), Levomekol

Несмотря на достигнутые успехи в гнойной хирургии, сохраняется актуальность раневой инфекции [1]. О нерешенности проблем в гнойной хирургии свидетельствует рост числа антибиотикоустойчивых гноеродных микроорганизмов, послеоперационных гнойных осложнений, различных видов токсико-аллергических реакций [2–3]. Все это приводит к отсутствию универсального средства и метода лечения ран и сложностью выбора универсальной тактики ведения и метода лечения гнойных ран в период адаптации к изменяющимся факторам внешней среды [4].

В высокогорных условиях при миграции у большинства людей развиваются адаптационные расстройства, которые ведут к отягощенности многих хронических заболеваний, которые были изучены многими нашими отечественными учеными в конце прошлого столетия [5–6]. Их работами было установлено, что в горах организм человека начинает функционировать на качественно и количественно новом физиологическом уровне. Этот новый адаптационный патофизиологический уровень организма в горах влияет на течение, лечение и исход заболеваний, том числе и на лечение гнойных ран.

Адаптация организма к условиям высокогорья сопровождается изменениями со стороны «красной» крови и свертывающей системы. В различных горных районах характер изменений красной крови неодинаков, он зависит от высоты горных местностей, тренированности организма и от начального показателя организма перед подъемом в горы [7–8]. В условиях низкогорья нейтрофилия развивается усиленной работой костного мозга или увеличением их количества в крови человека. Известно, что длительная нейтрофилия сохраняется при наличии инфекции в организме, на фоне стрессового состояния организма [9]. В условиях высокогорья инфекция отходит на второстепенное значение. На нейтрофилию в организме, в условиях высокогорья, влияет больше всего стресс. Когда организм адаптируется к экстремальным условиям высокогорья через длительный период, в организме происходит иммунологическая перестройка с увеличением числа лимфоцитов [10–11]. Согласно данным отечественных исследователей, на 3-е сутки пребывания в условиях высокогорья, происходит уменьшение количества лимфоцитов периферической крови, после 15-дневного пребывания количество антигена оставалось высоким. Таким образом, исследователями показано, что в остром

периоде адаптации снижается функциональная активность нейтрофилов и моноцитов, что говорит о целесообразности иммунокорректирующей терапии при подъеме в горы [12]. Исследователи в эксперименте на кроликах, на модели асептического воспаления, показали, что в условиях высокогорья у животных местное воспаление слабо выражено, это связано с запаздыванием воспалительной реакции, снижением переваривания и индекса переваривания фагоцитов и нейтрофилов. По данным авторов, до трех недель не происходит окончательного формирования воспалительного процесса – в форме лихорадочной и лейкоцитарной реакции [13].

В доступной нам литературе исследований, посвященных изучению характера течения раневого процесса в период адаптации к условиям высокогорья, мало.

Цель исследования: показать характер течения раневого процесса и эффективность комплексного применения мази «Левомеколь» и 10% антисептического препарата «Повидон-йод» в лечении острого гнойного воспаления мягких тканей в период адаптации к условиям высокогорья в эксперименте.

#### Материалы и методы исследования

Исследование провели на 72 беспородных кроликах. Основные правила ухода, содержания и дизайн исследования проведены в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes, 18.03.1986) и согласованы с этическим комитетом при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики.

Экспериментальных животных разделили на 3 группы по 24. I – опытная группа, 24 кролика, находящихся в условиях низкогорья (г. Бишкек 770 м над уровнем моря); II – опытная группа, 24 кролика, после кратковременной, 3-х дневной адаптации к высокогорью на высоте 3200 м над уровнем моря; III – экспериментальная группа, 24 кролика, после длительной, 30-дневной адаптации в горах, на высоте 3200 м над уровнем моря.

Острое гнойное воспаление мягких тканей у экспериментальных животных вызывали по методике «Моделирование стандартной обширной гнойной раны мягких тканей кожно-лоскутным методом» (Рационализаторское предложение № 832 от 19 мая 2016 г. Национального хирургического центра им. М.М. Мамакеева при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики). Оценка состояния гнойной раны проводилась на 3-, 7-, 15- и 20-е сутки раневого процесса. Контроль за течением раневого процесса, в эксперименте, осуществлялась на основании планиметрического метода, скорость уменьшения площади ран, термометрии общего тела, бактериологических исследований на данных лейкоцитарного индекса интоксикации.

Площадь раны и процент уменьшения площади определяли планиметрическим методом исследования Л.Н. Поповой.

$$(S - S_n) \times 100 / S \times T,$$

где S – величина площади ран (мм<sup>2</sup>), S<sub>n</sub> – величина площади ран (мм<sup>2</sup>), T – число дней между измерениями.

Лейкоцитарный индекс интоксикации (ЛИИ) вычислялся на основании полученных данных при общем анализе крови, по формуле Я.Я. Кальф-Калифа (1941):

$$\frac{(4M_{ц} + 3Ю + 2П + С)(Пл + 1)}{(лим + мон)(Э + 1)} = \text{ЛИИ},$$

где M<sub>ц</sub> – миелоциты, Ю – юные, П – палочкоядерные, С – сегментоядерные, Пл – плазматические клетки Тюрка, Лим – лимфоциты, Э – эозинофилы, Мон – моноциты. В норме – 0,5–1,5 единиц.

*Термометрия области раны и общего тела*

Термометрию раневой поверхности и интактного участка кожи выполняли с помощью цифрового термометра для животных. Термометрию общего тела проводили путем введения в анальное отверстие кролику на глубину не более 2,0 см, после смазывания кончика термометра вазелином.

Для бактериологического исследования материал брали из глубины раны стерильным ватным тампоном и помещали в стерильную пробирку. Посев материала осуществляли на простой агар, желчно-солевой агар.

Статистическая обработка проводилась с помощью пакета компьютерной программы SPSS 23.0. Нормальность распределения количественных признаков проверяли с использованием критерия Колмогорова – Смирнова, равенство дисперсий с критерием Levene. Для сравнения результатов в различных группах проводили методами параметрической (ANOVA) и непараметрической статистики (критерий Краскеля-Уоллеса), Критерий Тьюки выбран апостериорным критерием. Критическое значение уровня значимости считалось  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение**

При планиметрическом исследовании площади ран средняя площадь всех экспериментальных ран на момент начала исследования составила  $2011,6 \pm 1,47$  мм<sup>2</sup>. На 3-е сутки лечения выявлено, что разница между I и II группой не больше чем с III группой, но разницы не большие. Начиная с 7-х суток можно говорить о формировавшихся различиях между группами, которые составляют, в I группе –  $1070,5 \pm 37,5$  мм<sup>2</sup>, во II группе –  $1310,0 \pm 7,07$  мм<sup>2</sup> и в III –  $1284,0 \pm 25,51$  мм<sup>2</sup> (рис. 1).

На 15-е сутки сокращение площади раны II группа отстает от других групп и составляет в среднем –  $483,6 \pm 17,78$  мм<sup>2</sup>, так как в I-й группе –  $111,0 \pm 5,54$  мм<sup>2</sup> и во III-й группе –  $378,8 \pm 35,0$  мм<sup>2</sup> (диаграмма 6.1). Так исследуемые показатели I, II, III-й групп на 20-е сутки составили  $111,0 \pm 5,54$  мм<sup>2</sup>,  $268,3 \pm 9,07$  мм<sup>2</sup> и  $203,6 \pm 6,18$  мм<sup>2</sup>, что еще раз показывает, что влияние высокогорного климата и влияние кратковременной и длительной адаптации значительно влияет на пролиферативные процессы и на ускорение регенерации раны.

Данные ЛИИ. Ликвидация воспалительного процесса в данных группах показывает, что при кратковременной адаптации ликвидация воспалительного процесса идет очень медленно. Во II и III-й группе отмечалась гипозергическая реакция на внедрение инфекции, и поэтому воспалительный процесс протекал вяло и длительно (рис. 2).

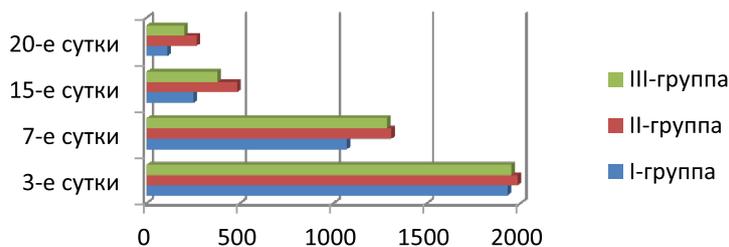


Рис. 1. Динамика изменения площади ран (мм<sup>2</sup>) при заживлении экспериментальной гнойной раны ( $M \pm s$ ). Примечания:  $p < 0,5$

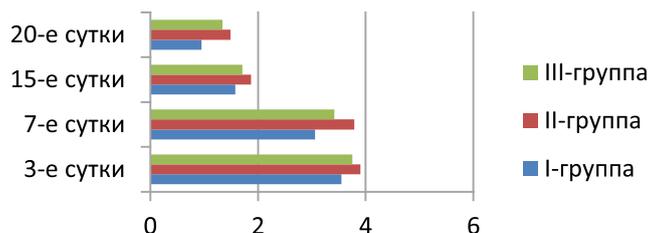


Рис. 2. Показатели ЛИИ у экспериментальных животных за период наблюдения. Примечания:  $p < 0,5$

Таблица 1

Температура поверхности раны (в °С)

	3- день	7 день	15 день	20 день
Здоровые кролики Интактная кожа	38,2 ± 1,2	38,4 ± 0,4	38,2 ± 1,3	38,3 ± 0,2
Просто рана (M1 ± s1)	40,7 ± 0,16	40,8 ± 0,42	39,8 ± 0,10	39,4 ± 0,08
Левомеколь (M2 ± s2)	40,4 ± 0,18	40,2 ± 0,14	39,2 ± 0,10	39,5 ± 0,13
Повидон-йод (M3 ± s3)	40,0 ± 0,16	40,1 ± 0,19	39,4 ± 0,19	39,2 ± 0,16
Левомеколь + Повидон-йод (M4 ± s4)	39,5 ± 0,13 <sup>1</sup> **	39,6 ± 0,14 <sup>1</sup> **	38,7 ± 0,20 <sup>1</sup> **	38,7 ± 0,13 <sup>1</sup> **

Примечания: \* –  $p < 0,5$  (показатель различия M1–M4); <sup>1</sup> –  $p < 0,5$  (показатель различия между M2–M4); <sup>1</sup> $p < 0,5$  (показатель различия M3–M4).

Таблица 2

Микробиологическая характеристика гнойных ран

Виды микрофлоры раны	I группа	II группа	III группа
<i>Staphylococcus aureus</i> , %	81,25	81,25	68,75
<i>Pseudomonas aeruginosae</i> , %	25,0	0	0
<i>Proteus mirabilis</i> , %	18,75	6,25	0
<i>Escherichia coli</i> , %	6,25	6,25	0
<i>Staphylococcus haemolyticus</i> , %	6,25	6,25	0
<i>Proteus vulgaris</i> , %	0	0	6,25

Данные термометрии в период длительной адаптации к высокогорью показывают состояние анаэргии организма, как и у кроликов в период кратковременной адаптации. Об уменьшении воспалительной реакции при комплексном применении мази «Левомеколь» и 10% препарата «Повидон-йод» свидетельствовали все показатели (табл. 1).

Анализ бактериальной обсемененности I, II, III групп показало, что в I и III-й группе в ране развивается одинаковая по виду микрофлора. В то же время наблюдается, что в III-й группе по процентным соотношениям микроорганизмов меньше по сравнению с I-й группой. Во II-й группе высеяны только *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus haemolyticus* (табл. 2).

Результаты проведенных нами экспериментальных исследований в условиях высокогорья г. Бишкек 760 м над. ур. моря, высокогорья на перевале Туя-Ашуу (3200 м н.ур. моря) в период кратковременной и длительной адаптации к высокогорью показали, эффективность комплексного применения мази «Левомеколь» и 10% антисептического препарата «Повидон-йод» при лечении гнойных ран в сравнении с традиционным методом лечения:

1. Сравнительная оценка уменьшения площади экспериментальной гнойной раны

при применении мази «Левомеколь» и 10% препарата «Повидон-йод» имеет положительный и достоверный эффект.

2. Бактериальная обсемененность раны штаммами при адаптации организма к условиям высокогорья значительно уменьшается.

3. Исследование указывает на значение кратковременной и длительной адаптации организма к условиям высокогорья.

#### Список литературы

1. Луцевич О.Э. Современный взгляд на патофизиологию и лечение гнойных ран // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2011. № 5. С. 72–77.
2. Горин В.С. Принципы диагностики и терапии гнойных воспалительных заболеваний придатков матки // Российский вестник акушера-гинеколога. 2008. Т. 8. № 5. С. 30–37.
3. Сыдыгалиев К.С. Анаэробная неклостридиальная флегмона верхней конечности и правой боковой поверхности груди и живота (клиническое наблюдение) // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2017. № 1. С. 160–160.
4. Кундашев У.К. Возможности фармакологической коррекции адаптивных реакций организма человека при краткосрочных перемещениях из среднегорья и высокогорья // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2014. Т. 77. № 9. С. 32–37.
5. Айдаралиев А.А. Оценка и прогноз функционального состояния организма человека в экстремальных условиях среды // Современные аспекты адаптации организма к экстремальным условиям. Бишкек, 1998. С. 39.
6. Данияров С.Б. Системная и органная гемодинамика в процессе адаптации к высокогорью // Современные аспекты

ты адаптации организма к экстремальным условиям. Бишкек, 1998. С. 109.

7. Агаджанин Н.А. Организм и газовая среда обитания. М.: Наука, 1972. 125 с.

8. Плотников Ф.В. Комплексное лечение пациентов с гнойными ранами в зависимости от способности микроорганизмов-возбудителей формировать биопленку // Новости хирургии. 2014. Т. 22. № 5. С. 575–581.

9. Блатун Л.А. Местное медикаментозное лечение ран // Хирургия. 2011. № 4. С. 51–59.

10. Мираков Р.С., Мираков Х.М., Мухамедова С.Г. Особенности изменения электролитного баланса у собак с единственной резецированной почкой при реадaptации к высоко-

когорью // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2013. Т. 66. № 1. С. 82–87.

11. Корнеева А.В. Изменение поведенческой активности у крыс с ишемией мозга, осложненной сахарным диабетом в условиях реадaptации // Вестник КРСУ. 2013. Т. 13. № 6. С. 148–150.

12. Махмудова Ж.А. Течение катехоламинового некроза миокарда на фоне комбинированного применения ателнола и коэнзима Q10 при кратковременном пребывании животных в условиях высокогорья // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2014. № 1. С. 71–75.

13. Фрейдлин И.С. Современные представления о фагоцититарной теории // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2008. № 5. С. 4–10.

УДК 616.36-002-022:577.2

## СЕРОЛОГИЧЕСКИЙ И МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ШИРОТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИРУСНОГО ГЕПАТИТА Е В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

<sup>1</sup>Семенов С.И., <sup>2</sup>Степанов К.М., <sup>3</sup>Кузин С.Н., <sup>4</sup>Писарева М.М.,  
<sup>4</sup>Комиссаров А.Б., <sup>4</sup>Фадеев А.В., <sup>4</sup>Егорова А.А.

<sup>1</sup>Северо-Восточный федеральный университет, НИЦ Медицинского института,  
Якутск, e-mail: insemenov@mail.ru;

<sup>2</sup>Якутский научный центр комплексных медицинских проблем, Якутск, e-mail: Stenko07@mail.ru;

<sup>3</sup>ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт  
им. М.Ф. Владимирского», Москва, e-mail: drkuzin@list.ru;

<sup>4</sup>ФГБУ «Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородиной»  
Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: pisarevamm@gmail.com

Традиционно считалось, что источником инфекции гепатита Е является больной с острой формой гепатита и преимущественно проявляется среди населения тропических, субтропических странах в виде вспышки острого гепатита. Исследования последних лет показали, что вирусный гепатит Е не только антропонозное заболевание как ранее считалось, но и может быть зооантропонозной. Проведены серологические исследования по широте распространения маркеров вирусного гепатита Е среди различных групп населения одного из северных регионов России – Якутии. Исследование серологических маркеров гепатита Е среди населения показало широкое распространение и высокую инфицированность населения данного региона HEV-инфекцией. Инфицированность вирусом гепатита Е среди условно здоровых и больных вирусным гепатитом В и С составила 21,2% и 22,4% соответственно. Чаше HEV-инфекция сочеталась с хроническим гепатитом С (в 25% случаев) и хроническим гепатитом В (в 21% случаев). По результатам серологических, молекулярно-биологических исследований констатирована высокая заболеваемость и инфицированность населения республики всеми известными вирусами гепатита. Также выявлена повышенная циркуляция в арктической зоне России такого вируса гепатита как Е, ранее считавшего тропической инфекцией. Дальнейшее изучение данной проблемы позволило бы определить степени инфицированности населения известными и редко встречающимися вирусами гепатитов и их биологическую опасность для популяции.

**Ключевые слова:** HEV-инфекция, хронический гепатит В, С, генотип, а-HEV

## SEROLOGICAL AND MOLECULAR-BIOLOGICAL MONITORING OF THE WIDTH OF DISTRIBUTION OF VIRAL HEPATITIS E IN SAKHA REPUBLIC (YAKUTIA)

<sup>1</sup>Semenov S.I., <sup>2</sup>Stepanov K.M., <sup>3</sup>Kuzin S.N., <sup>4</sup>Pisareva M.M.,  
<sup>4</sup>Komissarov A.B., <sup>4</sup>Fadeev A.V., <sup>4</sup>Egorova A.A.

<sup>1</sup>North-Eastern Federal University, Research Center of Medical Institute, Yakutsk, e-mail: insemenov@mail.ru;

<sup>2</sup>Yakutsk Scientific Center for Complex Medical Problems, Yakutsk, e-mail: Stenko07@mail.ru;

<sup>3</sup>Moscow Regional Research Clinical Institute M.F. Vladimirovsky, Moscow, e-mail: drkuzin@list.ru;

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Institution «Research Institute of Flu A.A. Smorodintsev  
Ministry of Health of Russia, St. Petersburg, e-mail: pisarevamm@gmail.com

Traditionally, it was believed that the source of hepatitis E infection is a patient with acute hepatitis and mainly manifests itself in an outbreak of acute hepatitis in tropical, subtropical countries. Recent studies have shown that viral hepatitis E is not only an anthroponotic disease as previously thought, but may also be zoonoanthroponotic. Serological studies have been conducted on the breadth of the spread of viral hepatitis E markers among various population groups in one of the northern regions of Russia – Yakutia. A study of serological markers of hepatitis E among the population showed widespread and high infection of the population in this region with HEV infection. Hepatitis E virus infection among conditionally healthy and viral hepatitis B and C patients was 21.2% and 22.4%, respectively. More often, HEV infection was combined with chronic hepatitis C (in 25% of cases) and chronic hepatitis B (in 21% of cases). According to the results of serological, molecular biological studies, a high incidence and infection rate of the population of the republic with all known hepatitis viruses was stated. Also, an increased circulation in the Arctic zone of Russia of such a hepatitis virus as E, previously considered a tropical infection, was revealed. Further study of this problem would make it possible to determine the extent of infection of the population with known and rarely occurring hepatitis viruses and their biological danger to the population.

**Keywords:** HEV infection, chronic hepatitis B, C, genotype, a-HEV

В динамике заболеваемости ОБГ В, носительства ВГ В и ОБГ С в Якутии не констатировано наличие каких-либо собственных закономерностей, не присущих

многим регионам России. В целом, основываясь на уровне и динамике заболеваемости хроническими вирусными гепатитами в республике, можно охарактеризовать

общую эпидемиологическую обстановку как неблагополучную, даже несмотря на заметное снижение заболеваемости. Неустойчивый волнообразный характер заболеваемости и повышение её в последние годы свидетельствуют о сохранении эпидемиологической напряженности по отношению к вирусному гепатиту В. Отличительной особенностью структуры хронических вирусных гепатитов в Республике Саха (Якутия) является высокий уровень заболеваемости хроническим вирусным гепатитом В и неуклонный рост хронического вирусного гепатита С. Инфицированность населения республики вирусами гепатитов В и С можно определить как высокую. Такое положение, учитывая высокую частоту и тяжесть неблагоприятных последствий HBV-, HCV-инфекций, также эндемичность HDV-инфекции, представляет угрозу для здоровья населения. По результатам серологических, молекулярно-биологических исследований констатируется высокая заболеваемость и инфицированность населения республики всеми известными вирусами гепатита. Также выявлена повышенная циркуляция в арктической зоне России вируса гепатита Е, ранее считавшегося тропической инфекцией.

Гепатит Е представляет важную проблему здравоохранения стран всего мира, и по некоторым оценкам одна треть населения мира инфицирована HEV-инфекцией [1]. Исследования показывают повсеместное распространение вирусных гепатитов. Во многих странах Европы выявляемость серологических маркеров у доноров колеблется от 1,3% в Италии до 52% во Франции, а в группах риска – у фермеров, охотников этот диапазон варьирует от 1,3% до 52% [2, 3].

Традиционно считалось, что источником инфекции гепатита Е является больной с острой формой гепатита и преимущественно проявляется среди населения тропических, субтропических странах в виде вспышки острого гепатита [4, 5]. Исследования последних лет показали, что вирусный гепатит Е не только антропонозное заболевание, как ранее считалось, но и может быть зооантропонозным [6, 7]. Причем генотипы 1 и 2 вызывают заболевание у человека, а генотипы 3, 4 – у различных диких и домашних животных (свиней, коров, лошадей, оленей, собак, уток) [8–10]. Сходство штаммов гепатита Е, выделенных у морских свинок, из сточных вод и у больного гепатитом Е, составляло 93–100% [11, 12]. В литературе имеются сведения о заболевании острым гепатитом Е после употребления недостаточно термически при-

готовленного мяса оленя и кабана [13, 14]. У больных с хроническим вирусным гепатитом любой этиологии суперинфицирование вирусом гепатита Е может вызвать острую печеночную недостаточность или прогрессирование хронического гепатита до стадии цирроза печени [15]. Часто HEV-инфекция встречается у пациентов с иммуносупрессией, у которых возможно задержка или отсутствие выраженного гуморального иммунного ответа на инфекцию. Россия не относится к эндемичным регионам в отношении гепатита Е, особенно ее северные территории.

Исходя из того, что создалась неблагополучная эпидемиологическая ситуация по всем этиологическим формам вирусных гепатитов, в том числе гепатита Е, в настоящее время созрела необходимость изучения вируса гепатита Е, значение диких и домашних животных в передаче инфекции человеку в республике.

Целью исследования был серологический и молекулярно-биологический мониторинг широты распространения вирусного гепатита Е в Республике Саха (Якутия).

#### Материалы и методы исследования

Проведены исследования по широте распространения маркеров вирусного гепатита Е среди населения одного из северных регионов России – Якутии. В течение 2015 г. целью определения широты распространения маркеров вирусного гепатита Е серологические (ИФА) и молекулярно-биологические (ПЦР) исследования проведены у 148 человек из разных районов республики. Методом ИФА исследования проводили на наличие а-HEV-IgG у 148 человек. В Таттинском районе обследованы 29 человек, в Усть-Алданском районе – 35. Население данных районов занята скотоводством и основным продуктом питания из животного сырья – мясо крупного рогатого скота (говядина). Из Среднеколымского района, где основное занятие населения оленеводство и основной продукт питания оленя, исследованы всего сывороток крови у 12 человек. Обследованы больные хроническими гепатитами В и С в количестве 13 человек и 59 условно здоровых – сотрудники дома инвалидов и престарелых.

Методом ИФА исследования проводили на наличие HBsAg, а-HBsAg (мЕд/мл), а-HBc-суммарные, а-HBc IgM, а-HBeAg, а-HBe IgG, а-HDV, а-HDV-IgM, а-HCV, спектр CORE, NS3, NS4, NS5, а-HEV-IgG. Для детекции маркеров вирусных гепатитов использовали тест-системы «Гепаскан HBsAg» и «Гепаскрин» производства ЗАО «Биосервис», г. Москва, «Вектор-Бест», г. Новосибирск, «Anti-HBc EIA» Cobas Core, Хоффманн Ла Рош (Швейцария). Количественное определение анти-HBs проводили с использованием иммуноферментной тест-системы «anti-HBs Quant EIA II Roche» на автоматическом анализаторе Cobas Core II, фирмы «Hoffmann La Roche» (Швейцария). Методом ПЦР выделяли РНК HCV-количественный с последующим генотипированием HCV, ДНК HBV-количественный, РНК HDV-качественный.

### Результаты исследования и их обсуждения

Анализ заболеваемости ВГ (вирусными гепатитами) по данным серологических исследований выявил высокую интенсивность течения эпидемического процесса среди населения Республики Саха (Якутия). Анализ представленных исследований показал, что среди населения республики имеет место высокая доля серопозитивных лиц по всем вирусным гепатитам с максимальными показателями гепатита С в группе условно здоровых лиц (23,2%), гепатита В (20,2%), гепатита Е (21,2%). Настораживает высокое инфицирование HBsAg-позитивных лиц маркерами вируса гепатита D (30%). Сообщается о существовании большого количества генетических вариаций изолятов HEV. В настоящее время признаны четыре основных генотипа HEV: генотипы 1 и 2, которые характерны при эпидемических вспышках в человеческом сообществе неиндустриальных стран, а генотипы 3 и 4 – вызывают заболевание среди диких и домашних животных (зоонозные) в развивающихся и развитых странах. Причем генотипы 3 и 4 вируса Е, выделенные от свиней, оленей, пятнистых мангустов, овец и кроликов, генетически отличались [8]. Повсеместное распространение вируса гепатита Е, возникновение вспышек заболеваемости среди различных групп населения, расположенных вдоль водоемов, где находятся различные хозяйства по разведению домашних животных (свинокомплексы, фермы и т.д.) нами проведено исследование широты распространения маркеров вирусного гепатита Е среди населения различных районов республики, отличающихся видом животноводства. Примерно 40% территории Якутии располагается за Полярным кругом. В связи с этим эндемичный для тропических стран вирусный гепатит Е не подлежал тестированию больных вирусным гепатитом и при мониторинговых исследованиях. Среди населения скотоводческих районов маркеры вирусного гепатита Е (a-HEV IgG) выявлены у 21,8% обследованных, среди оленеводческих районов – у 16,6%. Наши исследования показали высокую циркуляцию

вируса Е среди условно здоровых и больных вирусным гепатитом В и С – 21,2% и 22,4% соответственно. Однако наличие антител к вирусу гепатита не позволяет судить об уровне инфицированности населения, так как антитела могут сохраняться пожизненно у реконвалесцентов после перенесенной острой формы вирусного гепатита или антитела могут не сформироваться у лиц с иммуносупрессией. Для оценки истинной инфицированности нами были проведены дополнительные исследования по оценке частоты выявления ДНК вируса В (HBV), РНК вируса С (HCV) среди серопозитивных лиц. Суммарные результаты ИФА и ПЦР исследований среди 148 обследуемых представлены в табл. 1.

Был проведен анализ полученных результатов с целью определения инфицированности населения республики лишь только вирусом гепатита Е.

Обнаружения до 70% ДНК HBV и 69,3% РНК HCV у серопозитивных условно здоровых обследуемых свидетельствует о высокой активности вирусной В- и С-инфекции в исследуемой популяции.

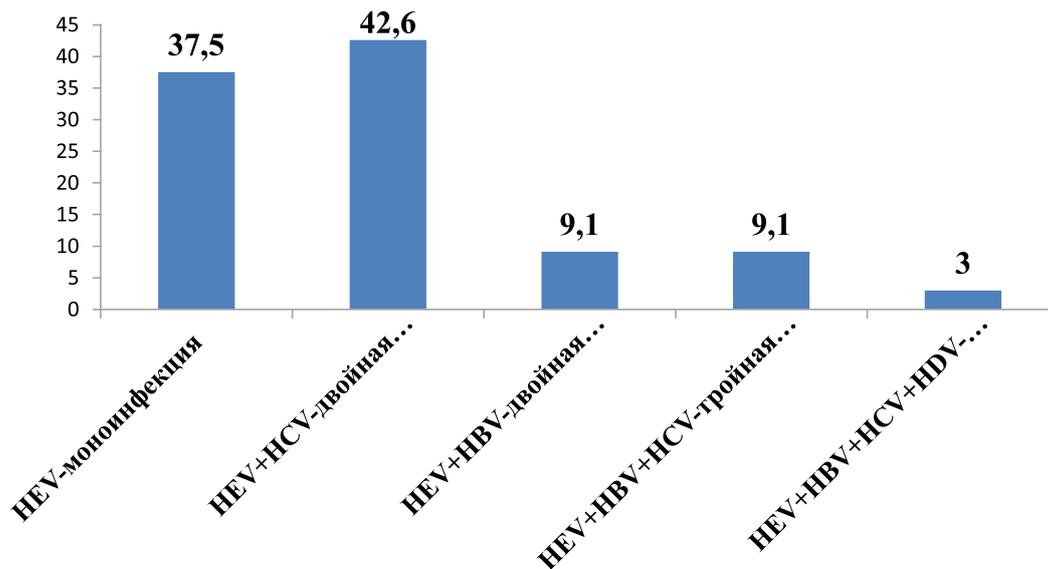
Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на различные пути передачи инфекции лишь в 37,5% случаев встречается гепатит Е как моноинфекция. Наиболее часто почти в половине случаев (42,6%) вирус гепатита Е ассоциирован с парентеральным вирусом гепатита С и с другими вирусами менее значительной доле – вирусом гепатита В в 9,1%, двумя вирусами В и С в 9,1% случаев (рисунок).

Такая обширная ассоциация вируса Е с парентеральными вирусами С и В, возможно, связана с высокой степенью иммунодепрессивной активностью вирусов гепатита В, С и D. Причем описания случаев острой коинфекции инфекции в литературе не встречается. В наших исследованиях не удалось выявить влияние вируса гепатита Е на течение хронического гепатита, вызванных другими вирусами парентеральных гепатитов. Это касается как клинической картины заболевания, так и лабораторных параметров.

**Таблица 1**

Обнаружение основных серологических маркеров вирусов гепатитов В, С, D и Е и ДНК, РНК вирусов среди больных хроническим гепатитом различной этиологии и условно здоровых лиц (%)

Контингент исследуемых	HBsAg	ДНК HBV	a-HCV	РНК HCV	a-HDV из числа HBsAg (+)	a-HEV IgG
Условно здоровые (n-99)	20,2	70,0	23,2	69,3	30,0	21,2
Больные ХВГ (n-49)	12,2	50,0	85,7	71,4	33,3	22,4



Комбинация вируса гепатита E с несколькими вирусами парентеральных гепатитов

Таблица 2

4-х кратная инфекция (HBV + HCV + HDV + HEV) среди больных с хроническим гепатитом В (n – 19) и С (n – 68), показатели в %

Больные	HBsAg	a-HBcor сумм	a-HBe IgG	ДНК HBV	a-HDV	a-HCV	РНК HCV	a-HEV IgG
Скотоводческие районы (n-64)								21,8
Оленеводческий район (n-12)								16,6
Больные с гепатитом В	84,2	100,0	68,4	57,8	1,4	31,5	21,0	21,0
Больные с гепатитом С	11,7	45,5	35,3	7,3	4,4	97,0	57,3	25,0

Серологическая и молекулярно-биологическая характеристика хронического гепатита В и С в республике отличается повышенной репликативной активностью вирусов более чем у 3/4 больных и высокой степенью заражения 2-мя, 3-мя и даже 4-мя другими вирусами гепатита (mixt-инфекция). Так среди 19 больных с хроническим гепатитом В маркеры гепатита С встречались в 31,5% случаев, при этом вирус (РНК HCV) обнаруживался в 21,0% случаев. Анти HEV IgG выявлены у 21,0% (4 из 19). Похожая ситуация складывается у больных хроническим вирусным гепатитом С. Среди 68 больных хроническим гепатитом С часто выявляются маркеры гепатита В (HBsAg), гепатита D, гепатита E (по сути, четырехкратная инфекция (HCV + HBV + HDV + HEV) в 11,7%, 4,4% и 25% случаев соответственно. При-

чем маркеры вируса гепатита E встречалась намного чаще в 25% случаев, чем маркеры вируса гепатитов В и С (табл. 2).

#### Заключение

По результатам серологических, молекулярно-биологических исследований констатирована высокая заболеваемость и инфицированность населения республики всеми известными вирусами гепатита. Также выявлена повышенная циркуляция в арктической зоне России такого вируса гепатита, как E, ранее считавшегося тропической инфекцией.

Дальнейшее изучение данной проблемы позволило бы определение степени инфицированности населения известными и редко встречающимися вирусами гепатитов и их биологическую опасность для популяции.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-415-140005 p\_a.*

### Список литературы

1. Khuroo M.S. Hepatitis E: an emerging global disease – from discovery towards control and cure. *J. Viral. Hepat.* 2015 Sep 6. P. 68–79. DOI: 10.1111/jvh.12445.
2. Lapa D., Capobianchi M.R., Garbuglia A.P. Epidemiology of Hepatitis E Virus in European Countries. *Int. J. Mol. Sci.* 2015 Oct 27; 16 (10):25711-43. DOI: 10.3390/ijms161025711.
3. Schielke A., Ibrahim V., Czogiel I. Hepatitis E virus antibody prevalence in hunters from a district in Central Germany, 2013: a cross-sectional study providing evidence for the benefit of protective gloves during disemboweling of wild boars. *BMC Infect Dis.* 2015 Oct 22;15:440. DOI: 10.1186/s12879-015-1199-y.
4. Керегян К.К. Молекулярно-биологические основы контроля вирусных гепатитов: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Москва, 2012. 48 с.
5. Михайлов М.И., Шахильдян И.В., Онищенко Г.Г. Энтеральные вирусные гепатиты (этиология, эпидемиология, диагностика, профилактика). М.: ВУНМЦ Росздрава, 2007. 352 с.
6. Солонин С.А. Циркуляция вирусного гепатита Е среди свиней на территории Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2010. 53 с.
7. Choi JY1, Lee J.M., Jo Y.W., Min H.J., Kim H.J., Jung W.T., Lee O.J., Yun H., Yoon Y.S. Genotype-4 hepatitis E in a human after ingesting roe deer meat in South Korea. *Clin. Mol. Hepatol.* 2013 Sep; 19(3):309-14. DOI: 10.3350/cmh.2013.19.3.309.
8. Perez-Garcia M.T., Suay B., Mateos-Lindemann M.L. Modern knowledge about hepatitis E / M.T Perez-Garcia, B. Suay, M.L. Mateos-Lindemann. *Int. J. Mol. Sci.* 2015 Oct; 16 (10): 25711-43. DOI: 10.1016/j.meeqid.2014.01.002.
9. Dalton H.R. Kamar N., Izopet J. Hepatitis E in developed countries: current status and future perspectives. *Future Microbiol.* 2014; 9(12):1361-72. DOI: 10.2217/fmb.14.89.
10. Lin J1, Norder H., Uhlhorn H., Belak S., Widén F. Novel Hepatitis E like virus found in Swedish moose. *J. Gen. Virol.* 2014 Mar; 95 (Pt 3):557-70. DOI: 10.1099/vir.0.059238-0.
11. Shukla P1., Nguyen HT, Torian U., Engle R.E., Faulk K., Dalton H.R., Bendall R.P., Keane F.E., Purcell R.H., Emerson S.U. Cross-species infections of cultured cells by hepatitis E virus and discovery of an infectious virus-host recombinant. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2011 Feb 8; 108(6):2438-43. DOI: 10.1073/pnas.1018878108.
12. Zhang W1., Shen Q., Mou J., Gong G., Yang Z., Cui L, Zhu J, Ju G, Hua X. Hepatitis E virus infection among domestic animals in eastern China. *Zoonoses. Public Health.* 2008 Aug; 55(6):291-8. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2008.01136.x.
13. Ishida S1., Yoshizumi S., Ikeda T., Miyoshi M., Goto A., Matsubayashi K., Ikeda H. Detection and molecular characterization of hepatitis E virus in clinical, environmental and putative animal sources. *Arch. Virol.* 2012 Dec; 157(12):2363-8. DOI: 10.1007/s00705-012-1422-8.
14. Baumann-Popczyk A. Hepatitis E as zoonosis. *Epidemiol.* 2011; 65(1):9-13.
15. Scotto G., Bulla F., Campanale F., Tartaglia A., Fazio V. Hepatitis E. *Infez. Med.* 2013 Sep; 21(3):175-88.

УДК 577.2:664.71-12

## СТРУКТУРА ГЕНА АНТОЦИАНИДИНСИНТАЗЫ У РЖИ

<sup>1,2</sup>Андреева Е.А., <sup>2</sup>Лыхолай А.Н., <sup>2</sup>Зыкин П.А., <sup>1</sup>Войлоков А.В.

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» Российской академии наук, Москва,  
e-mail: elena.alex.andreeva@gmail.com;

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Антоцианы – древние пигменты растений, основными функциями которых являются участие в опылении, распространении семян и плодов и защита клеток от избыточного света и ультрафиолетового излучения. В Петергофской генетической коллекции ржи присутствуют как формы с мутациями, приводящими к полному отсутствию антоцианов в растении, так и формы с разнообразной окраской вегетативных и генеративных органов, отличающиеся по качественному и количественному составу антоцианов. Необходимым для синтеза окрашенных антоцианов из неокрашенных предшественников является фермент антоцианидинсинтаза, за синтез которого ответственен ген *ANS*. У шести безантоциановых линий и трех линий с антоциановой окраской отсекушены участки гена *ANS*, соответствующие домену FE2OG\_OXY (оксиглутарат/железозависимая диоксигеназа). Сравнительный анализ нуклеотидных и аминокислотных последовательностей выявил нонсенс-мутацию у безантоциановой линии *vi2* и значительную вариабельность последовательностей у остальных линий: однонуклеотидные замены, делеции 6 и 9 нуклеотидов. У линий 2 и 87 с антоциановой окраской вегетативных частей растений выявлены аминокислотная замена и 9-нуклеотидная делеция в активном центре фермента. Полученные данные используются для выяснения молекулярно-биологических основ синтеза антоцианов у ржи.

**Ключевые слова:** антоцианы, рожь, антоцианидинсинтаза, мутации, безантоциановые линии

## STRUCTURE OF ANTHOCYANIDIN SYNTHASE GENE IN RYE

<sup>1,2</sup>Andreeva E.A., <sup>2</sup>Lykholay A.N., <sup>2</sup>Zykin P.A., <sup>1</sup>Voylovkov A.V.

<sup>1</sup>Vavilov Institute of General Genetics Russian Academy of Sciences, Moscow,  
e-mail: elena.alex.andreeva@gmail.com;

<sup>2</sup>St. Petersburg State University, Saint Petersburg

Anthocyanins are ancient plant pigments which help in pollination, seed and fruit distribution and protection of cells from the excessive sunlight and ultraviolet radiation. Peterhof rye genetic collection contain forms with mutations causing different phenotypes: from complete absence of anthocyanins in the plant to forms with various anthocyanin content in vegetative and generative organs. Anthocyanidin synthase (*ANS* gene) is necessary for the synthesis of coloured anthocyanins from uncolored precursors. We sequenced part of the *ANS* gene corresponding to the FE2OG\_OXY (Fe(2+) 2-oxoglutarate dioxygenase) domain in 6 anthocyaninless lines and 3 lines with anthocyanin. A comparative analysis of nucleotide and amino acid sequences revealed nonsense mutation in *vi2* line and significant sequence variability in other lines such as single nucleotide substitutions and deletions of 6 and 9 nucleotides. In lines with anthocyanin in vegetative parts of plants (line 2 and 87) amino-acid substitution and 9 bp deletion in active center of the enzyme was found. Results of the study will be used to determine the molecular basis of the synthesis of anthocyanins in rye.

**Keywords:** anthocyanins, rye, anthocyanidin synthase, mutations, anthocyaninless lines

Антоцианы – древние пигменты растений флавоноидной природы, придающие различным частям растений окраску синих, фиолетовых, красных цветов. В Петергофской генетической коллекции ржи сохранены линии с разнообразной окраской тканей и органов, обусловленной разным качественным и количественным составом антоцианов. Основными функциями антоцианов в растениях являются привлечение животных – опылителей и распространителей семян и защита клеток от избыточного солнечного света и повреждения ультрафиолетом [1]. Поскольку рожь опыляется ветром, а семена рассеиваются преимущественно без участия животных, то функция защиты от УФ-излучения является в данном случае для

антоцианов ржи основной. Рожь (*Secale cereale* L.) – хлебная злаковая культура, которую человек культивирует со времён неолита. Рожь ценна своим зерном для питания человека, как сырьё для производства спирта и крахмала, зелёные части растения идут на корм скоту и в качестве сидерата. В последние несколько лет опубликовано значительное количество статей, посвящённых положительному влиянию на здоровье человека от употребления ржаных продуктов. Положительные эффекты отмечены для больных диабетом 2-го типа, инфарктом миокарда [2], помимо этого, рожь даже поддерживает целостность нейронов [3]. Кроме того, в отличие от более широко возделываемого злака – пшеницы, рожь в значительной степени сохранила

природное разнообразие, в том числе и по окраске семян. Окраска семян у ржи в основном зависит от наличия антоцианов, являющихся антиоксидантами. Ряд статей и обзоров подтверждают положительное влияние на здоровье человека потребляемых с пищей антоцианов [4]. На основании литературных данных можно заключить, что зёрна ржи, особенно с антоциановой окраской, являются ценным пищевым продуктом, на основе которого производится так называемая «здоровая» еда (functional food). В этой связи изучение биосинтеза антоцианов у линий ржи с различным типом окраски для определения конкретных генов представляется актуальным.

Путь биосинтеза антоцианов в растениях изучен довольно полно, в частности его изучали у ячменя, риса, кукурузы. Необходимым для синтеза окрашенных антоцианов из неокрашенных предшественников является фермент антоцианидинсинтаза, за синтез которого ответственен ген *ANS*. В Петергофской генетической коллекции ржи идентифицированы безантоциановые линии, несущие рецессивные мутации в пяти неаллельных генах (*vi1*, *vi2*, *vi3*, *vi4*, *vi5*, *vi6*) и не имеющие антоциановой окраски зерна и вегетативных органов. Мы предположили, что, по крайней мере, у части безантоциановых линий изменения могут быть связаны с мутациями именно в гене *ANS*. Для проверки этой гипотезы авторами был секвенирован и проанализирован функционально значимый участок гена *ANS* у шести безантоциановых линий и трех высокоинбредных линий с наличием антоциановой окраски.

### Материалы и методы исследования

В работе использованы 6 линий ржи (*vi1*, *vi2*, *vi3*, *vi4*, *vi5*, *vi6*), характеризующиеся отсутствием антоциановой окраски на вегетативных частях растения и в зерне. Линии содержат мутации в пяти неаллельных генах (*vi1*, *vi2*, *vi3*, *vi4* = *vi5*, *vi6*). В качестве контрольных были использованы высокоинбредные линии 2, 7 и 87. Линии 2 и 7 характеризуются жёлтой (безантоциановой) окраской зерновок и наличием антоциановой окраски на вегетативных частях растений, у линии 87 зелёная окраска зерновок (содержится антоциан дельфинидин рутинозид) и наличие антоциановой окраски на вегетативных частях растений. Для выделения ДНК семена проращивали на чашках в нестерильных условиях. ДНК выделяли из 5–7-дневных проростков с использованием буфера на основе цетиламмоний бромид по протоколу [5]. Качество ДНК оценивали на 1% агарозном геле. Амплификацию фрагмента гена *ANS* проводили с использованием праймеров

Ans\_F\_new GGAAGAGGGAGTGGGAGGAC-TACCTGT, Ans\_R\_new GCGAAGACGACCCAG-GAGACGCGCACGG (ООО «Бигль», РФ). Последовательность участка данного гена взята из базы данных

NCBI (Sequence ID NCBI: EU815626.1) [6] с уточнениями на основании собственных результатов секвенирования. Амплификацию продукта размером 542 п.н. проводили при температуре отжига 60°C в амплификаторе «Терцик» (ООО «ДНК-Технология», РФ). Секвенирование ПЦР-продуктов проводили на генетическом анализаторе ABI Prism 3500xl (Applied Biosystems, USA).

Анализ сиквенсов проводили с помощью программы Chromas [7], поиск сходных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей проводили в базе NCBI с помощью алгоритма BLAST [8], поиск контигов ржи [9], трансляцию нуклеотидных последовательностей и поиск белковых доменов [10], множественное выравнивание нуклеотидных и аминокислотных последовательностей [11].

### Результаты исследования и их обсуждение

#### Анализ нуклеотидных последовательностей участка гена *ANS*

Одним из существенных ферментов биосинтеза антоцианов является антоцианидинсинтаза. Для ржи в базе данных по нуклеотидным последовательностям NCBI содержится лишь небольшой (542 п.н.) фрагмент соответствующего гена *ANS* (Sequence ID: EU815626.1) [6], для других видов, в частности пшеницы, известны полные сиквенсы генов *ANS*. На основе выравнивания нуклеотидных последовательностей генов *ANS* пшеницы нами были подобраны праймеры для амплификации фрагмента длиной 580 п.н., отличного от имеющегося в GenBank. Амплификаты, наработанные на ДНК безантоциановых растений линий *vi1*...*vi6* и контрольных линий 2, 7 и 87, были отсеквенированы. Анализ полученных сиквенсов выявил различия в последовательностях, связанных с однонуклеотидными заменами и делециями/инсерциями нуклеотидов длиной 6 и 9 нуклеотидов. Причём эти различия были выявлены не только между безантоциановыми линиями и контрольными линиями, но и среди контрольных линий.

Так, у линий 2 и 87 присутствует делеция в 9 нуклеотидов, которой нет у всех остальных линий; у всех линий кроме линии *vi3* присутствует делеция в 6 нуклеотидов (рис. 1). Таким образом, на уровне анализа нуклеотидных последовательностей нам не удалось выявить различия, которые бы маркировали признак «наличие антоциановой окраски». Поскольку длина выявленных делеций кратна 3 (размеру кодона), то следующим нашим шагом стала трансляция нуклеотидных последовательностей и анализ соответствующих аминокислотных последовательностей.

```

Vi3      GCCCCGGTGGAGGACGACCTGCTGCTCAAGCTCAAGATCAACTACTACCCGCGGTGCCCG
L87      GCCCAGGTGGAGGACGACCTG-----CTCAAGATCAACTACTACCCGCGGTGCCCG
L2       GCCCAGGTGGAGGACGACCTG-----CTCAAGATCAACTACTACCCGCGGTGCCCG
Vi1      GCCCCGGTGGAGGACGACCTGCTGCTCAAGCTCAAGATCAACTACTACCCGCGATGCCCG
L7       GCCCGGGTGGAGGACGACCTGCTGCTGAAGCTCAAGATCAATTACTACCCGCGGTGCCCG
Vi4      GCCCCGGTGGAGGACGACCTGCTGCTGAAGCTCAAGATCAACTACTACCCGCGGTGCCCG
Vi6      GCCCCGGTGGAGGACGACCTGCTGCTGAAGCTCAAGATCAACTACTACCCGCGGTGCCCG
Vi5      GCCCCGGTGGAGGACGACCTGCTGCTGAAGCTCAAGATCAACTACTACCCGCGGTGCCCG
          ***      *****
          *****      *****      *****      *****

Vi3      CAGCCGGAAC TGGCGGTGGGTGTGGAGGCGCACACCGACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
L87      CAGCCGGAGTTGGCGGTGGGCGTGGAGGCGCACACCAACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
L2       CAGCCGGAGTTGGCGGTGGGCGTGGAGGCGCACACCAACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
Vi1      CAGCCGAGCTGGCGGTGGGCGTGGAGGCGCACACCGACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
L7       CAGCCGGAGCTGGCGGTGGGCGTGGAGGCGCACACCGACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
Vi4      CAGCCGGAGCTGGCGGTGGGCGTGGAGGCGCACACCGACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
Vi6      CAGCCGGAGCTGGCGGTGGGCGTGGAGGCGCACACCGACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
Vi5      CAGCCGGAGCTGGCGGTGGGCGTGGAGGCGCACACCGACGTCTCCGCGCTCTCCTTCATC
          *****      ****      *****      *****      *****

Vi3      CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCCTCCTCCCCGGCGACGGCCAGACCTGGGTCTC
L87      CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCGTGCGACAGC-----CACGGGGCATGGGTCTC
L2       CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCGTGCGACAGC-----CACGGGGCATGGGTCTC
Vi1      CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCGTGCGACAGC-----TCCGGGGCATGGGTCTC
L7       CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCGTGCGACAGC-----TCCGGGGCATGGGTCTC
Vi4      CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCGTGCGACAGC-----TCCGGGGCATGGGTCTC
Vi6      CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCGTGCGACAGC-----TCCGGGGCATGGGTCTC
Vi5      CTCACCAACGGCGTCCCCGGCCTGCAGGTCGTGCGACAGC-----TCCGGGGCATGGGTCTC
          *****      *****      *****      **      *      *      *      *      *      *      *
    
```

Рис. 1. Фрагмент множественного выравнивания нуклеотидных последовательностей участка гена ANS. Vi1, vi3, vi4, vi5, vi6 – безантоциановые линии, L2, L7, L87 – линии с антоциановой окраской. \* отмечены совпадающие нуклеотиды – делеция нуклеотида

### Анализ аминокислотных последовательностей участка гена ANS

Для установления рамки считывания отсекавшиеся последовательности сравнивали с генами антоцианидинсинтазы пшеницы (Sequence ID NCBI: AB247917.1, AB247919.1, AB247920.1). Трансляция и анализ аминокислотной последовательности линии vi2 позволил обнаружить преждевременный стоп-кодон в рамке считывания. Данный факт позволяет предположить, что отсутствие антоцианов в линии vi2 действительно связано с мутацией в гене антоцианидинсинтазы.

Поскольку нас очень заинтересовал факт обнаружения в сиквенсах линий довольно необычных делеций кратных трём, мы решили выяснить, является ли такая варибельность «нормальной» для гена антоцианидинсинтазы и могут ли быть связаны делеции с нарушениями в функциональных доменах белка.

Для оценки варибельности гена антоцианидинсинтазы мы проанализировали нуклеотидные последовательности этого гена у близкого родственника ржи, пшеницы *Triticum aestivum* L. У пшеницы охарактеризованы 5 генов антоцианидинсинтазы (Sequence ID NCBI: AB247917.1, AB247919.1, AB247920.1, AB247921.1, AB247918.1). Выравнивание нуклеотидных последовательностей выявило несколько делеций/инсерций, но в области исследуемого участка (154–306 а.к.) мы обнаружили только одну 6-нуклеотидную делецию, присутствующую у генов TaANS-A2, TaANS-B1, TaANS-B2, TaANS-D1 и отсутствующую у гена TaANS-A1. Таким образом, варибельность участка гена антоцианидинсинтаза у ржи значительно выше, чем у пшеницы, что согласуется с данными о том, что в отличие от более широко возделываемого злака – пшеницы, рожь в значительной степени сохранила природное разнообразие не только на фенотипическом, но и на генотипическом уровне [12].

At	AKCLRLLATKVFKALSVGLGLEPDRLEKEVG-----GLEELLQMKINYYPKCPQP	223
Vi1	GEHVSALSSRLLAISLGLGVPAGTLERRLRRLTSGE--APVEDDLLLKLKINYYPRCPQP	82
vi3	GEHVSALSSRLLAISLGLGVPADTLERRLRRLTSGE--APVEDDLLLKLKINYYPRCPQP	82
vi4	GKHVSALSSRLLAISLGLGVPADTLERRLRRLTSGE--APVEDDLLLKLKINYYPRCPQP	82
vi5	GKHVSALSSRLLAISLGLGVPADTLERRLRRLTSGE--APVEDDMLLKLKINYYPRCPQP	82
vi6	GKHVSALSSRLLAISLGLGVPADTLERRLRRLTSGE--APVEDDLLLKLKINYYPRCPQP	82
L87	GEHVSTLSSRLLAISLGLGVPADTLERRLRRLTSGDAQ--VEDDL---LKINYYPRCPQP	78
L2	GEHVSALSSRLLAISLGLGVPADTLERRLRRLTSGDAQ--VEDDL---LKINYYPRCPQP	79
L7	GEHVSALSSRLLAISLGLGVPADTLERRLRRLTSGE--AAVEDDLLLKLKINYYPRCPQP	82
FE2OG_OXY	-----VEDDLLLKLKINYYPRCPQP	20
At	ELALGVEAHTDVSALTFILHNMVPGLOLFYE---GKVVTAKCPDSTVMHTGDTLEILSN	280
Vi1	ELAVGVEAHTDVSALSFILTNVGPGLQVVD--SSGAWVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	140
vi3	ELAVGVEAHTDVSALSFILTNVGPGLQVLLPGDGQTVVVTARDEPGTLVVHVGDSLEILSN	142
vi4	ELAVGVEAHTDVSALSFILTNVGPGLQVVD--SSGAWVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	140
vi5	ELAVGVEAHTDVSALSFILTNVGPGLQVVD--SSGAWVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	140
vi6	ELAVGVEAHTDVSALSFILTNVGPGLQVVD--SSGAWVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	140
L87	ELAVGVEAHTNVSALSFILTNVGPGLQVVD--SHGAWVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	136
L2	ELAVGVEAHTNVSALSFILTNVGPGLQVVD--SHGAWVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	137
L7	ELAVGVEAHTDVSALSFILTNVGPGLQVVD--SSGAWVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	140
FE2OG_OXY	ELAVGVEAHTDVSALSFILTNVGPGLQVLLPGDGQTVVVTARDEPGTLVVHVGDALEILSN	80
At	GKYKSILRGLVNSEKVRISWAVFCEPPKDKIVLKLPEMVSVEPAKFPPTFAQHIEH	340
Vi1	GRYTSVLHR-----	149
vi3	GRYTSVLHR-----	151
vi4	GRYTSVLHR-----	149
vi5	GRYTSVLHR-----	149
vi6	GRYTSVLHR-----	149
L87	GRYTSVLHR-----	145
L2	GRYTSVLHR-----	146
L7	GRYTSVLHR-----	149
FE2OG_OXY	GRYTSVLHRGLVNRQAVRVSWVFAEP-----	107

Рис. 2. Множественное выравнивание аминокислотных последовательностей гена антоцианидинсинтазы арабидопсиса (At) и фрагментов гена антоцианидинсинтазы ржи (линии vi1, vi3, vi4, vi5, vi6, L87, L2, L7) и последовательности домена FE2OG\_OXY (оксиглутарат/железозависимая диоксигеназа). Жёлтым цветом выделены участки, формирующие  $\alpha$ -спирали, розовым –  $\beta$ -слои, синим шрифтом выделены аминокислоты, участвующие в присоединении ионов железа

Структура белка антоцианидинсинтаза хорошо изучена на арабидопсисе [13]. Мы сравнили аминокислотные последовательности арабидопсиса и фрагментов гена антоцианидинсинтазы исследуемых линий ржи. Несмотря на довольно длительную (около 100 млн лет) независимую эволюцию однодольных и двудольных растений, аминокислотные последовательности оказались с довольно значительной степенью сходства (49% по данным выравнивания). Сопоставив выявленные у белка арабидопсиса участки, формирующие вторичные структуры ( $\alpha$ -спирали и  $\beta$ -слои), а также, функционально значимые аминокислоты, участвующие в присоединении ионов железа, являющихся кофакторами, с последовательностью ржи (рис. 2), можно заметить, что в основном, делеции находятся в промежутках между функционально значимыми участками и не затрагивают их.

Исключение составляют 9-нуклеотидные делеции, затрагивающие участок  $\beta$ -слоя, у линий 2 и 87. Интересным фактом является и однонуклеотидная замена, приводящая к замене у тех же линий аспа-

рагиновой кислоты (D) на аспарагин (N) в положении 234 (по последовательности арабидопсиса). Эта замена, по-видимому, является существенной, поскольку аспарагиновая кислота участвует в присоединении ионов железа, необходимых для каталитической функции антоцианидинсинтазы. В этом положении у всех остальных проанализированных последовательностей ржи, арабидопсиса и пшеницы находится именно аспарагиновая кислота. Аспарагиновая кислота и аспарагин довольно сильно отличаются по физико-химическим свойствам, а значит, эта замена должна значительно отразиться на каталитических свойствах фермента и фенотипе растений. Однако линии 2 и 87 проявляют антоциановую окраску на вегетативных частях растений и на зерновках (линия 87). Можно предположить, что у ржи, как и у других злаковых, в геноме присутствует не одна копия гена антоцианидинсинтаза, а несколько. При функциональном повреждении одной копии не происходит блокирование синтеза антоцианов на всём растении, а лишь на некоторых частях. Это предположение подтверждается данными по секве-

нированию генома ржи в 2017 г. [14]. В базе данных нуклеотидных последовательностей ржи [9] нам удалось обнаружить три последовательности, отнесённые авторами к гену антоцианидинсинтазы на основе сходства с пшеницей *T. urartum* и *Aegilops tauschii*. Одну из этих последовательностей отнесли к хромосоме 4. К сожалению, сиквенсы последовательностей, представленные в базе данных, довольно короткие и их сравнительный анализ не позволяет надёжно подтвердить версию о нескольких копиях антоцианидинсинтазы в геноме ржи.

### Заключение

Проанализировав нуклеотидные и аминокислотные последовательности участка гена антоцианидинсинтазы ржи, соответствующего домену FE2OG\_OXY (оксиглутарат/железозависимая диоксигеназа), мы пришли к следующим заключениям:

1) преждевременный стоп-кодон у линии *vi2* позволяет предполагать, что основа безантоциановости связана с мутацией в гене антоцианидинсинтазы;

2) выявлена значительная вариабельность структуры последовательности домена FE2OG\_OXY у ржи по сравнению с пшеницей. Межлинейные различия включают в себя однонуклеотидные замены и делеции/инсерции длиной 6 и 9 нуклеотидов;

3) различия в последовательностях домена FE2OG\_OXY у линий ржи в большинстве случаев не затрагивают функционально значимые участки;

4) исключением являются делеция в 6 нуклеотидов и несинонимичная замена в пределах функционально значимых участков у линий 2 и 87 с антоциановой окраской вегетативных частей растений. Поскольку значимые замены не привели к отсутствию антоцианов у этих линий, можно предположить, что в геноме ржи присутствует несколько копий генов антоцианидинсинтазы, что подтверждается результатами геномного секвенирования.

Дальнейшие исследования молекулярных основ проявления безантоциановости будут связаны с секвенированием и анализом полноразмерных копий гена *ANS* у линий ржи, прежде всего у линии *vi2*.

Данная работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-04-00411

и в рамках темы «Генетика и селекция ржи на основе наследственного природного разнообразия». Часть работы проведена в Ресурсном центре «Развитие молекулярных и клеточных технологий» СПбГУ.

### Список литературы

1. Campanella J.J., Smalley J.V., Dempsey M.E. A phylogenetic examination of the primary anthocyanin production pathway of the Plantae. *Botanical Studies*. 2014. vol. 55. P. 1–10. DOI: 10.1186/1999-3110-55-10.
2. Helnæs A., Kyrø C., Andersen I., Lacoppidan S., Overvad K., Christensen J., Tjønneland A., Olsen A. Intake of whole grains is associated with lower risk of myocardial infarction: the Danish Diet, cancer and health cohort. *Am. J. Clin. Nutr.* 2016. vol. 103. no. 4. P. 999–1007. DOI: 10.3945/ajcn.115.124271.
3. Sandberg J.C., Björck I.M.E., Nilsson A.C. Increased plasma brain-derived neurotrophic factor 10.5 h after intake of whole grain rye-based products in healthy subjects. *Nutrients*. 2018. vol. 16. no. 10 (8). DOI: 10.3390/nu10081097.
4. Zhu F. Anthocyanins in cereals: Composition and health effects. *Food Res Int.* 2018. vol. 109. P. 232–249. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.04.015.
5. Дрейпер Дж., Скотт Р., Армитидж Ф., Дьори Г. Генная инженерия растений. Лабораторное руководство. М.: Мир, 1991. 408 с.
6. Khlestkina E.K., Tereshchenko O.Y., Salina E.A. Anthocyanin biosynthesis genes location and expression in wheat-rye hybrids. *Mol Genet Genomics*. 2009. Vol. 282. no. 5. P. 475–485. DOI: 10.1007/s00438-009-0479-x.
7. Chromas [Электронный ресурс]. URL: <https://technelysium.com.au/wp/chromas> (дата обращения: 18.12.2018).
8. Basic Local Alignment Search Tool [Электронный ресурс]. URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (дата обращения: 18.12.2018).
9. IPK Gatersleben. Crop Analysis Tool Suite [Электронный ресурс]. URL: <https://webblast.ipk-gatersleben.de> (дата обращения: 18.12.2018).
10. ExPASy. SIB Bioinformatics Resource Portal [Электронный ресурс]. URL: <https://web.expasy.org> (дата обращения: 18.12.2018).
11. Clustal Omega. Multiple Sequence Alignment [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo> (дата обращения: 18.12.2018).
12. Maraci O., Ozkan H., Bilgin R. Phylogeny and genetic structure in the genus *Secale*. *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13. no. 7. e0200825. DOI: 10.1371/journal.pone.0200825.
13. Wilmouth R.C., Turnbull J.J., Welford R.W., Clifton I.J., Prescott A.G., Schofield C.J. Structure and mechanism of anthocyanidin synthase from *Arabidopsis thaliana*. *Structure*. 2002. vol. 10. no. (1). P. 93–103. DOI: 10.1016/S0969-2126(01)00695-5.
14. Bauer E., Schmutzer T., Barilar I., Mascher M., Gundlach H., Martis M.M., Twardziok S.O., Hackauf B., Gordillo A., Wilde P., Schmidt M., Korzun V., Mayer K.F., Schmid K., Schon C.C., Scholz U. Towards a whole-genome sequence for rye (*Secale cereale* L.). *Plant J.* 2017. vol. 89. no. 5. P. 853–869. DOI: 10.1111/tpl.13.

УДК 574(470.11+470.111)

## КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЁР ЛАЧА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ) И ГОЛОДНАЯ ГУБА (НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)

Имант Е.Н., Новосёлов А.П.

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова» РАН, Архангельск, e-mail: ekaterinaimant@yandex.ru, alexander.novoselov@rambler.ru

В статье представлены качественные и количественные показатели зоопланктона двух крупных в своих регионах озёр (оз. Лача и оз. Голодная Губа). Исследуемые водоёмы имеют ряд различий по своей приуроченности к природным зонам, строению, гидрологическим и экологическим особенностям, что оказывает влияние на все звенья трофической цепи фитопланктон – зоопланктон – рыбы. Выявлено, что виды, слагающие зоопланктонные сообщества указанных водоёмов, представлены свойственными для северных озёр таксонами, которые состоят из 63 видов, относящихся к 36 родам, 18 семействам, 5 отрядам и 3 классам: *Rotifera* – 17, *Cladocera* – 26 и *Copepoda* – 20. Наибольшим видовым разнообразием характеризовалась планктонная фауна оз. Лача. Сравнение двух зооценозов показало умеренное фаунистическое сходство анализируемых озёр. Двукратное преобладание в оз. Лача количественных показателей зоопланктона, формируемых в основном ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, по сравнению с оз. Голодная Губа, определяется его значительно более южным географическим положением. Согласно рыбохозяйственной классификации определён трофический статус водоёмов по уровню развития зоопланктона. Представленные данные могут применяться для оценки воздействия и расчёта ущерба на водные биоресурсы в целях рационального использования северных водоёмов.

**Ключевые слова:** зоопланктон, численность, биомасса, трофический статус, озёра

## QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ZOOPLANKTON'S INDICATORS OF LAKE LACHA (ARKHANGELSK REGION) AND GOLODNAYA BAY LAKE (NENETS AUTONOMOUS OKRUG)

Imant E.N., Novoselov A.P.

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of Russian Academy of Sciences (FCIARctic RAS), Arkhangelsk, e-mail: ekaterinaimant@yandex.ru, alexander.novoselov@rambler.ru

The article presents the qualitative and quantitative zooplankton's indicators of two large lakes in their regions (Lake Lach and Golodnaya Bay). The studied reservoirs have a number of differences in their location in natural areas, structure, hydrological and environmental features, which affects all links of the phytoplankton-zooplankton-fish trophic chain. It was found that the zooplankton's community is represented by taxa typical for Northern reservoirs, including 63 species belonging to 36 genera, 18 families, 5 groups and 3 classes: *Rotifera* – 17, *Cladocera* – 26 and *Copepoda* – 20. The planktonic fauna of Lake Lacha was characterized by the greatest species diversity. Moderate faunal similarity showed a comparison of two zoocenoses. Double predominance of zooplankton's quantitative indicators in lake Lacha, which is formed by cladoceran and copepod crustaceans, compared with Golodnaya Bay Lake is determined by its much more southern geographical position. According to the fisheries classification, the trophic status of reservoirs is determined by the level zooplankton's development. The presented data can be used to assess the impact and calculate the damage to aquatic biological resources for the rational use of northern water bodies.

**Keywords:** zooplankton, abundance, biomass, trophic status, lakes

Исследование видового состава и количественных характеристик зоопланктона является необходимым условием при изучении пресноводных экосистем, так как именно они определяют состояние кормовой базы для молоди всех видов рыб и рыб-планктофагов, а значит, и уровень состояния запасов промысловых видов рыб. Внутренние водоёмы северных регионов всегда интенсивно использовались рыбным промыслом, а крупные пресноводные объекты, такие как оз. Лача и Голодная Губа, имеют особое значение для местного населения, поскольку на них ещё в 1960-х гг. добывали до 100 т рыбы. Исследуемые водоёмы расположены в разных природ-

ных зонах, различны по своему строению, гидрологическим, а также экологическим особенностям и условиям, что оказывает влияние на все звенья трофической цепи фитопланктон – зоопланктон – рыбы [1]. В последние десятилетия сукцессионные изменения, свидетельствующие об ускорении процесса эвтрофирования озёрных экосистем, стали более заметны. Водная акватория водоёмов повсеместно зарастает высшей водной растительностью и становится труднодоступной для нормального передвижения маломерных судов. В результате интенсивного развития макрофитов в значительной степени затруднён промышленный лов рыбы на озёрах закидными не-

водами. В складывающейся ситуации решение вопроса о проведении регулирующих мероприятий, направленных на повышение рыбопродуктивности озёр, возможно лишь после детального анализа современного состояния экологических составляющих. Поэтому изучение современного состояния биоты оз. Лача и Голодная Губа имеет определённое научное и практическое значение [2]. Цель настоящего исследования – рассмотреть в сравнительном аспекте видовое разнообразие, численность и биомассу зоопланктонной части кормовой базы рыб двух пресноводных озёр европейского северо-востока России.

#### Характеристика района исследования

Рассматриваемые озёра являются пресноводными, по химическому составу принадлежат к гидрокарбонатному классу, активная реакция среды (рН) оз. Лача характеризуется как слабощелочная, оз. Голодная Губа – близкая к нейтральной. Характерной особенностью озёр являются: наличие небольших глубин (до 2 м), ровное дно и значительная площадь водного зеркала, которая подвергается сильному ветровому влиянию, что проявляется в их тепловой инверсии.

Озеро Лача имеет доледниковое происхождение, возникло на месте обширных приледниковых водоёмов в пределах юго-восточного склона Балтийского щита и претерпело последующие изменения в результате воздействия ледника. Озеро проточное, из притоков наиболее крупным является р. Свидь, впадающая в южную часть озера и дающая почти половину поверхностного стока. В северной части из озера вытекает р. Онега – одна из крупнейших рек европейского северо-востока России [2].

Озеро Голодная Губа расположено на восточной окраине Малоземельской тундры и имеет ледниковое происхождение. Протянувшись почти на 40 км вдоль Малой Печоры, озеро является одним из немногих водоёмов, где до сих пор ещё сохраняются условия нагула сиговых рыб. Протока Большое Горло соединяет оз. Голодная губа с р. Печора. В 1989 г. озеро было включено в состав государственного природного заказника регионального значения «Нижнепечорский» [3].

#### Материалы и методы исследования

В период летней межени 2017 г. одновременно с ихтиологическими работами проводилось гидробиологическое обследование оз. Лача и Голодная Губа по сетке станций, представленной на рис. 1.

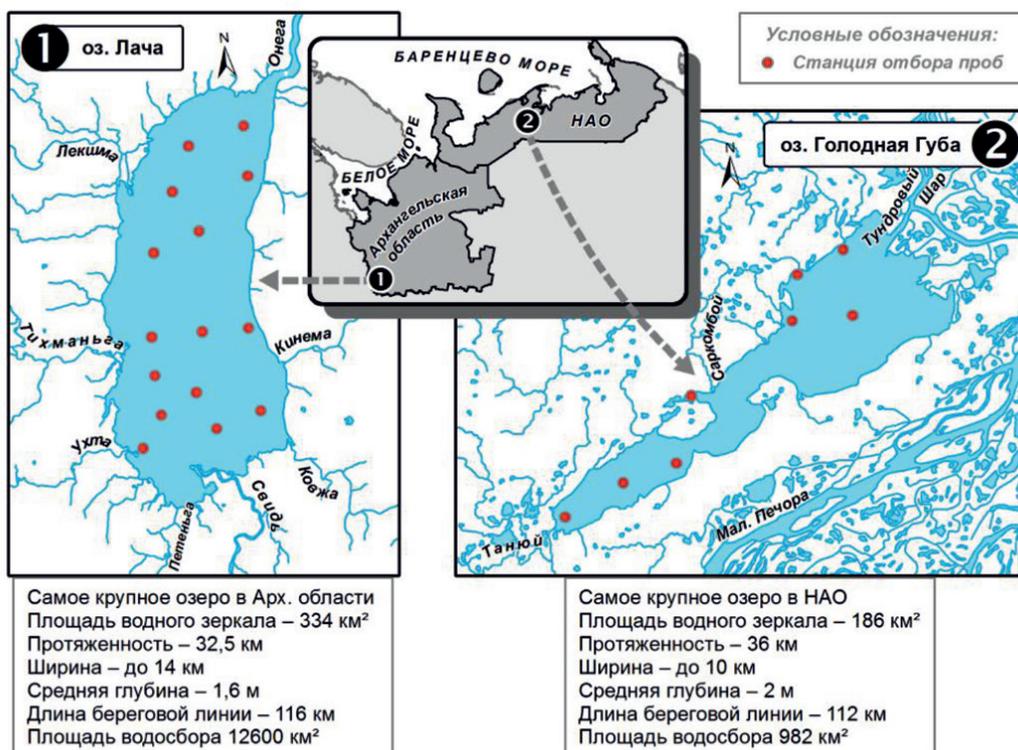


Рис. 1. Характеристики исследуемых водоёмов и точки отбора гидробиологических проб

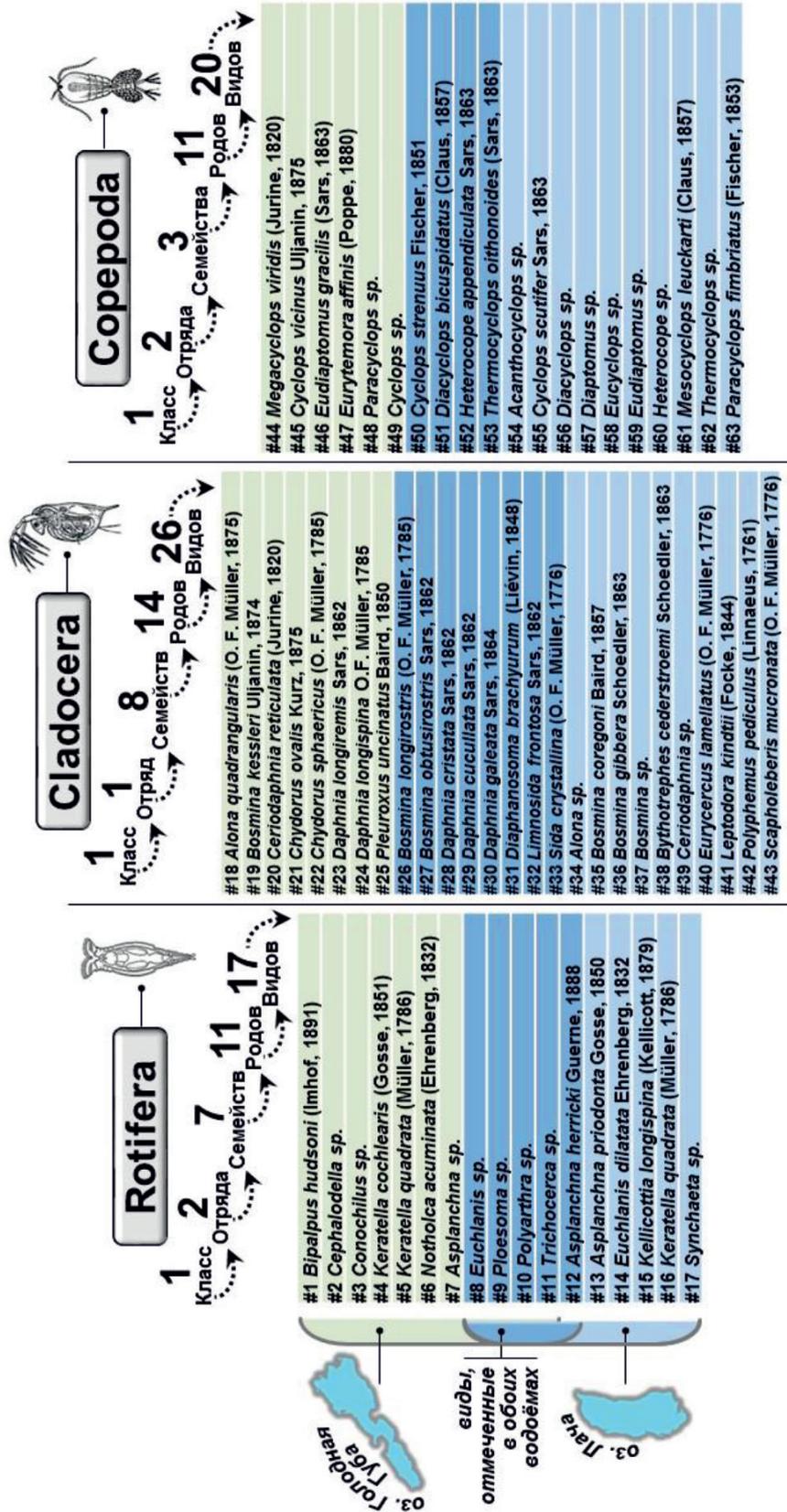


Рис. 2. Видовой состав зоопланктона исследуемых озёр

Район исследований отличается мелководностью, где преобладают глубины до 2 м. По этой причине применена методика сбора зоопланктона путём процеживания поверхностного объёма воды (100 л) через планктонную сеть с последующей фиксацией биоматериала. Всего за время исследований отобрано 23 пробы. Обработку собранного материала проводили общепринятыми в практике гидробиологических исследований методами [4]. Видовая принадлежность беспозвоночных устанавливалась по соответствующим определителям [5, 6]. Доминантные виды в сообществах выделялись по относительной численности при нижнем уровне доминирования не менее 10%. Разнообразие сообществ зоопланктона оценивалось с помощью индекса Шеннона по численности ( $H'$ ). Для выявления фаунистического сходства использовали коэффициент Чекановского – Съеренсена. Перечисленные показатели рассчитаны по соответствующим формулам [4]. В работе использован анализ вариационных рядов распределения собранного материала с помощью программы SPSS Statistics [7].

### Результаты исследования и их обсуждение

Видовое богатство зоопланктона обоих исследованных водоёмов включает 63 вида, относящихся к трем крупным таксономическим категориям (Rotifera – 17, Cladocera – 26, Copepoda – 20). Список всех видов представлен на рис. 2. Сравнительный анализ видового состава зоопланктона обоих озёр показал, что из всего количества обнаруженных видов общими для них являются только 17. При этом наибольшего развития как в общем списке, так и в списке общих видов достигают ветвистоусые ракообразные.

Зоопланктонная фауна озера Лача представлена 44 видами микро- и мезопланктона, в числе которых отмечены Rotifera – 10, Cladocera – 20 и Copepoda – 14. По зоогеографическим характеристикам основную массу видов зоопланктона составляют организмы, имеющие космополитное и палеарктическое распространение. Доля голарктических видов оказалась незначительной. Большая часть планктонных организмов эвритермна, в пробах отмечены некоторые виды, относящиеся к холодноводному комплексу. К ним относятся из Cladocera – *Daphnia cristata* Sars, 1862, среди коловраток – голарктическая *Kellicottia*

*longispina* (Kellicott, 1879), среди копепод – реликт с ограниченным северным ареалом *Cyclops scutifer* Sars, 1863. По результатам проведённого исследования выявлено, что для оз. Лача индекс Шеннона по численности зоопланктона составляет 3,1 бит/экз. Максимальный вклад в доминирующее ядро зоопланктона внёс палеарктический типично планктонный представитель дафний – *Daphnia cucullata* Sars, 1862. В качестве субдоминантных видов представлены: эвритопный космополит *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785) и *Daphnia cristata* Sars, 1862 [1]. Необходимо отметить, что увеличение роли *Daphnia* в планктонных сообществах, хотя и не всех видов, является показателем деэвтрофирования озёр [8]. Численность и биомасса зоопланктона составили 35610 экз/м<sup>3</sup> и 0,814 г/м<sup>3</sup> (табл. 1) [1].

В августе ракообразные в планктоне озера занимали доминирующее положение (веслоногие – 49,6% и ветвистоусые – 48,5% ракообразные) над коловратками, в общей биомассе зоопланктона последние составляли лишь 1,9%. Из 10 отмеченных видов ротаторного планктона наиболее многочисленными были представители родов *Asplanchna* и *Euchlanis*. Количество коловраток, их учитываемая роль в сообществе зависит от периода сбора материала. Массовые виды коловраток существуют в сообществе подо льдом и сразу после вскрытия, в первой половине мая дают максимум развития [9]. Основными компонентами ветвистоусых ракообразных являлись представители двух родов *Bosmina* и *Daphnia*, веслоногих – молодёжь *Cyclopoida*.

Вклад различных групп зоопланктона в формирование общей биомассы различен. Основной фон августовского планктона – кладоцерный. Ветвистоусые ракообразные обеспечивали 55,4% общей биомассы, представленные в основном родами *Daphnia* и *Bosmina*. Субдоминантная группа представлена веслоногими ракообразными – 43,9% суммарной биомассы зоопланктона. Обнаруженные в планктоне коловратки дали крайне низкое значение биомассы, сформированной в основном крупной коловраткой *Asplanchna*.

Таблица 1

Количественные характеристики зоопланктона оз. Лача в летний период 2017 г.

Гидробионты	Численность, тыс. экз/м <sup>3</sup>				Биомасса, г/м <sup>3</sup>			
	M ± m	Min-max	Б	K <sub>вар</sub> , %	M ± m	Min-max	Б	K <sub>вар</sub> , %
Зоопланктон	35,6 ± 3,5	14,38–47,0	11,1	31,2	0,814 ± 0,108	0,338–1,486	0,3	42,3

Примечание: M ± m – средняя арифметическая и стандартная ошибка средней; Б – среднее квадратичное отклонение; K<sub>вар</sub> – коэффициент вариации

Таблица 2

Количественные характеристики зоопланктона оз. Голодная Губа в летний период 2017 г.

Гидробионты	Численность, тыс. экз/м <sup>3</sup>				Биомасса, г/м <sup>3</sup>			
	M ± m	Min-max	Б	K <sub>вар</sub> , %	M ± m	Min-max	Б	K <sub>вар</sub> , %
Зоопланктон	18,3 ± 6,1	5,36–41,13	13,6	74,3	0,370 ± 0,129	0,149–0,849	0,3	78,8

Примечание: M ± m – средняя арифметическая и стандартная ошибка средней; Б – среднее квадратичное отклонение; K<sub>вар</sub> – коэффициент вариации

В оз. Голодная Губа видовое богатство зоопланктона включает 42 вида и форм, также относящихся к трём крупным таксономическим категориям (*Rotifera* – 12, *Cladocera* – 19, *Copepoda* – 11). Индекс Шеннона по численности зоопланктона в оз. Голодная Губа был ниже такового в оз. Лача, и составлял 2,7 бит/экз. При этом максимальный вклад в доминирующее ядро зоопланктона внёс эвритопный космополитный вид *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785). Субдоминантная группа видов представлена эвритопным космополитом *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785) и планктонным палеарктом *Diacyclops bicuspidatus* (Claus, 1857). Численность организмов на 1 м<sup>3</sup> в целом для озера выражалась величиной 18,282 тыс. экз/м<sup>3</sup> при биомассе 0,37 г/м<sup>3</sup> (табл. 2) [1].

В августе 98,4% численности и биомассы составлял рачковый планктон, причём веслоногие и ветвистоусые имели примерно одинаковое соотношение с незначительным преобладанием *Cladocera*. Среди ветвистоусых ракообразных значительные плотности и обилие создавали представители родов *Bosmina* и *Chydorus*. Среди веслоногих ракообразных большую долю количественных показателей обеспечили как их молодь (науплиальные и ювенальные стадии), так и взрослые формы – *Diacyclops bicuspidatus* (Claus, 1857). Характерной особенностью летнего планктона является обилие науплиальных и копепоидных стадий копепод, яиц и молодки кладоцер. Наименее малочисленные коловратки – 1,6% с руководящими формами *Conochilus* sp., *Euchlanis* sp. и крупной *Asplanchna* sp. обеспечили такой же процент биомассы, что объясняется крайне малыми размерами и весом организмов. Необходимо отметить тот факт, что в 1980-х и первую половину 1990-х гг. оз. Голодная Губа характеризовалось высокими значениями биомассы зоопланктона 2,03–2,12 г/м<sup>3</sup>. В настоящее время произошло значительное её снижение в силу ряда причин экологического характера. Снижение продуктивности зоопланктона происходит из-

за продолжающейся эвтрофикации водоёма и его тепловой инверсии, вызывающей чрезвычайное развитие фитопланктона, а особенно сине-зелёных микроводорослей, что отрицательно сказывается на развитии микро- и мезопланктона.

### Выводы

1. Зоопланктонные сообщества сравниваемых исследуемых озёр представлены 63 видами, типичными для пресноводных водоёмов Северо-Запада России и относящимися к 36 родам, 18 семействам, 5 отрядам и 3 классам: *Rotifera* – 17, *Cladocera* – 26 и *Copepoda* – 20.

2. Оба озера по наибольшему числу видов, составляющих сообщества, относятся к кладоцерному типу. Характерной чертой структуры сообществ в озёрах является наличие немногих доминантных видов (не более 30% от общей численности), субдоминантных (от 10 до 17%) и значительным количеством видов, представленным малым числом особей (от 0,01 до 9%). Наибольшим видовым разнообразием характеризуется планктонная фауна оз. Лача (индекс Шеннона составляет 3,1 экз/бит.). Сравнение двух зооценозов показало умеренное фаунистическое сходство анализируемых озёр (коэффициент Чекановского – Съеренсена – 0,44). Двукратное преобладание в оз. Лача количественных показателей зоопланктона, формируемых в основном ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, по сравнению с оз. Голодная Губа, определяется его значительно более южным географическим положением.

3. В соответствии с классификацией водоёмов по кормовой ценности можно определить оз. Лача в целом в летний период как водоём средней кормности для рыб соответствующей трофической специализации, оз. Голодная Губа отнести к малокормным озёрам.

### Список литературы

- Имант Е.Н., Завиша А.Г., Студёнова М.А., Новосёлов А.П., Левицкий А.Л. Сравнительная характеристика кормовой базы рыб разнотипных озёр Северного рыбо-

хозяйственного бассейна // Актуальные проблемы планктонологии: материалы III Международной конференции. Калининград: АтлантНИРО, 2018. С. 86–90.

2. Новосёлов А.П., Студёнов И.И., Козьмин А.К., Дворянкин Г.А., Имант Е.Н., Левицкий А.Л. Видовое разнообразие и динамика показателей кормовой базы рыб оз. Лача. Часть 1. Зоопланктон // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17. № 2. С. 113–122. DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.2.113.

3. Озеро Голодная Губа. Заказник «Нижнепечорский» // Сборник статей. Нарьян-Мар: ГБУК «Ненецкий краеведческий музей», 2013. 64 с.

4. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 319 с.

5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1: Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолыхина. М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.

6. Котов А.А. Морфология и филогения *Anomopoda* (Crustacea: Cladocera). М.: КМК, 2013. 638 с.

7. Сиделев С.И. Математические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию: учеб. пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2012. 140 с.

8. Фефилова Е.Б., Батурина М.А., Кононова О.Н., Лоскутова О.А., Хохлова Л.Г., Дубовская О.П. Многолетние изменения в сообществах гидробионтов в Харбейских озерах // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2014. Т. 7. № 3. С. 240–266.

9. Ривьер И.К. Холодноводный зоопланктон озер бассейна Верхней Волги. Ижевск: ИП Пермяков С.А., 2012. 380 с.

УДК 59.009:639.125(571.56)

## ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ЧИСЛЕННОСТЬ ТЕТЕРЕВИНЫХ ПТИЦ ЯКУТИИ

Исаев А.П.

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, e-mail: isaev\_ark@rambler.ru*

С середины прошлого столетия повсеместно отмечается снижение численности тетеревиных птиц. Такое сокращение наблюдается не только в местах, где есть прямое антропогенное воздействие, но и на малонаселенных территориях. В Якутии в настоящее время в результате усиления антропогенного пресса (развитие горнодобывающей промышленности, стройиндустрии, сельского и промыслового хозяйства) произошло заметное сокращение численности тетеревиных птиц, особенно в таежной её части. При этом воздействие человека на разные виды тетеревиных птиц неравнозначно. Из тетеревиных птиц Якутии катастрофическое положение в силу её уязвимости у дикуши, которая при освоении человеком таежных районов исчезает в первую очередь. В статье, не касаясь негативных последствий промышленного освоения территорий на состояние популяций тетеревиных птиц, проведен анализ других факторов. В Якутии из традиционных направлений природопользования, как и во многих регионах, наибольшее влияние на тетеревиных птиц оказывает охота. В тундровой и лесотундровой зонах Якутии основным объектом охоты является белая куропатка, и даже в современное время промысловые запасы их значительны. Следует отметить, что антропогенное воздействие на численность белой куропатки незначительно. В лесной зоне из тетеревиных птиц Якутии больше всего добываются рябчик, каменный глухарь и меньше – тетерев. В целом охотничье изъятие отдельных видов птиц незначительно влияет на их популяции. В то же время в отдельных районах отмечается нерациональное использование их запасов. Наиболее эффективным мероприятием для увеличения численности боровой дичи является сохранение их местообитаний. Для сохранения и увеличения численности каменного глухаря следует обеспечить соблюдение правил охоты, разработку и внедрение в практику биотехнических мероприятий.

**Ключевые слова:** Якутия, тетеревиные птицы, антропогенный пресс, объекты охоты, рациональное использование дичи

## THE IMPACT OF HUMAN ECONOMIC ACTIVITY TO THE NUMBER OF GROUSE BIRDS IN YAKUTIA

Isaev A.P.

*Institute for Biological Problems of Cryolithozone under Siberian Branch of Russian Academy for Sciences, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, e-mail: isaev\_ark@rambler.ru*

From the middle of the 20th century, a decrease in the number of grouse birds has been observed throughout the northern hemisphere. Such a reduction cannot be explained by direct anthropogenic impact, since it is often observed in hard-to-reach and sparsely populated territories. In Yakutia, as a result of anthropogenic press strengthening (the development of the mining industry, construction industry, agriculture and fisheries) at the present, there was a noticeable reduction in the number of grouse birds, especially in the taiga part. Moreover, the human impact to grouse bird different species is not equal. The most vulnerable species to anthropogenic pressure is Spruce grouse; without drastic protection and restoration measures, this bird saving is unlikely today in Yakutia. The article does not touch upon the negative consequences of territorial industrial development to the state of grouse birds populations and has analysis of other factors. Among traditional trends in use of nature, the hunting has the greatest influence to grouse birds. Willow ptarmigan is important for hunting in tundra and forest-tundra zones of Yakutia, and even in modern times their commercial reserves are substantial amount. At the same time, due to the small size of the population, the anthropogenic influence on the number of partridges here is not large. Hazel grouse and Black-billed Capercaillie are the most important for hunting in the forest zone, and Black grouse somewhat lesser important. In General, bird hunting does not have a significant impact on the populations of these species in Yakutia. At the same time, there is a lack for sustainable use of bird resources in some areas. The most effective way to increase the number of grouse game is their habitats conservation. In order to preserve and increase the number of Capercaillie, it is necessary to ensure the observance of hunting rules, the development and introduction into practice of biotechnical measures.

**Keywords:** Yakutia, grouse birds, anthropogenic press, objects of hunting, rational use of game

С середины прошлого столетия повсеместно отмечается снижение численности тетеревиных птиц. Такое сокращение наблюдается не только в местах с интенсивным антропогенным воздействием, но и на малонаселенных территориях, где практически отсутствует или минимально негативное влияние на птиц от хозяйственной

деятельности человека. В то же время, в отдельных районах распространения тетеревиных птиц достоверно установлено, что они вызваны косвенными или прямыми антропогенными воздействиями, как на самих птиц, так и на места их обитания [1].

По результатам последних исследований, в Якутии из-за усиления антропо-

генного пресса (развитие горнодобывающей промышленности, стройиндустрии, сельского и промышленного хозяйства) произошло резкое сокращение численности тетеревиных птиц, особенно в таежной её части [2]. При этом воздействие от хозяйственной деятельности на отдельные виды неравнозначно. Например, тетерев как вид сформировался в лесостепной зоне. Затем расширение ареала на север в значительной степени было связано с вырубками лесов, а точнее, с появлением среди лесных массивов открытых пространств. Как показывает практика, тетерева охотно заселяют антропогенные ландшафты. Например, на Северо-Западе России в 1950–1970-е гг. наблюдалось заметное увеличение численности тетерева [1]. В те же годы в Якутии из-за интенсивного развития сельского хозяйства и раскорчевки лесов под пашни на больших площадях, по опушкам лесов начали произрастать березняки, и в 1970-х гг. в Лено-Амгинском междуречье на таких участках отмечались крупные стаи тетерева [2]. Затем в 1970–1980-е гг. во многих местах распространения вида в Якутии наблюдается заметное снижение численности, и это, скорее всего, было связано с интенсивным использованием химии в сельском хозяйстве, а также и прямым добыванием птиц человеком, которое носило массовый характер.

Цель исследования: выявление влияния в современное время хозяйственной деятельности человека на численность тетеревиных птиц Якутии.

#### Материалы и методы исследования

В работе представлены результаты многолетних исследований автора с 1984 г., а также материалы литературных и опросных сведений. Неоценимую помощь в сборе, обработке материалов оказали сотрудники ИБПК СО РАН Е.В. Шемякин, Р.А. Кириллин, В.Ю. Габышев и др.

Работа выполнена в рамках проекта VI.51.1.11. «Структура и динамика популяций и сообществ животных холодного региона Северо-Востока России в современных условиях глобального изменения климата и антропогенной трансформации северных экосистем: факторы, механизмы адаптации, сохранение».

#### Результаты исследования и их обсуждение

Не касаясь всех негативных последствий промышленного освоения территорий на состоянии популяций тетеревиных птиц, которые нами и другими исследователями ранее обсуждались [1, 2], хотелось бы остановиться лишь на влиянии фактора беспокойства в период размножения. Так, частое вспугивание выводков тетеревиных приводит к гибели их птенцов [1, 3]. С.В. Кириков приводит сведения по южной полосе

лесной зоны, где данный фактор вызывает гибель 7,2% гнезд тетерева, 34,5% гнезд белой куропатки [4]. У глухаря, даже обитающего в труднодоступных таежных районах, процент заброшенных кладок от фактора беспокойства составляет 4–18% [5]. Такие случаи гибели кладок отмечены нами и в Якутии. Например, в июне – июле 2004–2005 гг. брошенные кладки каменного глухаря и рябчика находили в долине р. Алгама на местах проведения изыскательских работ для строительства Эльгинского каменноугольного месторождения. Зброшенные кладки рябчика и тетерева мы обнаружили в июле 2006 г. при проведении изыскательских работ после прокладки просеки для нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан. Зброшенное гнездо белой куропатки было найдено на одном из участков проведения изыскательских работ по строительству Тимптонской ГЭС в июле 2007 г.

Известно, что сплошные вырубки леса, особенно на больших площадях, ведут к резкому сокращению численности обыкновенного глухаря [6]. При этом сокращение численности глухаря определяется не только прямым истреблением самих птиц, сколько разрушением весенних местообитаний [1]. Такое наблюдается и по отношению к родственному ему виду – каменному глухарю, который относительно недавно в Якутии был многочисленным. В бассейне Вилюя каменный глухарь был обычным, местами многочисленным видом, а сейчас здесь количество сократилось, в первую очередь из-за рубок больших площадей леса, так как для нормального функционирования токовиц каменного глухаря в Якутии необходимы совершенно определенные условия древостоя [2].

Из тетеревиных птиц Якутии у дикуши, в силу её уязвимости, положение катастрофическое – её численность быстро сокращается при освоении месторождений полезных ископаемых в таежных районах. Она как редкий вид мировой фауны внесена в Красный список МСОП [7], Красные книги Российской Федерации и в ряд региональных Красных книг. Запасы вида с каждым годом снижаются и в настоящее время оцениваются не более 4 тыс. особей и вид распространен лишь в южных Нерюнгринском и Алданском районах республики. Если до недавнего времени в Южной Якутии антропогенный пресс был не столь значителен, то строительство ГЭС, железной и других дорог, работы по разработке и добыче в Эльгинском месторождении каменного угля оказывают интенсивное негативное воздействие на дикушу. Из традиционных направлений природопользова-

ния (охота и рыболовство, сбор дикоросов) наибольшее влияние на этих птиц оказывает охота. У эвенков Южной Якутии есть интересный и, по нашему мнению, замечательный старинный обычай. Охотнику при встрече нельзя убивать дикушу, оставляя её на потом, когда он будет голодать и не сможет добыть другую пищу. То есть местное население раньше этих птиц использовало в пищу только в крайнем случае. Сейчас в регионе много приезжих и нередки случаи браконьерства. Следует отметить также вопиющий факт, когда некоторые охотники-промысловики добывают дикушу для использования в последующем в качестве приманки для соболя. Им прекрасно известно, что в зимний период мясо азиатской дикуши имеет довольно специфический горький привкус от её основного корма – хвои ели. Среди людей любителей такого «деликатеса» обычно нет, а в качестве приманки для соболя тетеревиные птицы всегда предпочтительны [8].

Как сохранить нам этот вид? На наш взгляд наиболее действенными и эффективными мерами для спасения азиатской дикуши в Южной Якутии является организация сети ООПТ с приоритетным направлением охраны вида и мест их обитания. Выделение ключевых местообитаний дикуши, нуждающихся в охране, потребует специальных исследований. Необходимо разработать биоэкологическое обоснование специализированных ООПТ для охраны дикуши. Примеров положительной роли резерватов в деле сохранения редких видов животного мира много. Особо охраняемые природные территории служат местами сохранения самых различных групп животных, в то же время следует отметить, что охрана реально возможна для ограниченного круга строго оседлых видов, которые могут формировать изолированные самовоспроизводящиеся популяции. К числу таких птиц можно отнести дикушу.

Одной из важных мер, направленных на стабилизацию и увеличение численности дикуши, является искусственное разведение. Следует отметить, что на сегодня есть опыт успешного разведения дикуши в Новосибирском зоопарке. В недалеком будущем и в нашей республике возможно создание питомника дикуши и реинтродукции их в природу.

В Якутии из традиционных направлений природопользования, как и во многих регионах, наибольшее влияние на тетеревиных птиц оказывает охота. В республике белая и тундряная куропатки, обыкновенный и каменный глухари, тетерев и рябчик являются разрешенными в установленные

сроки объектами охоты. Следует отметить, что в Якутии объемы добычи птиц раньше статистикой не фиксировались. Поэтому мы имеем лишь данные, по которым трудно судить о заготовках дичи по всему региону. Так, в 1960–1980-е гг. через республиканский потребсоюз «Холбос» объем заготовок тетеревиных птиц составлял всего от десятка до нескольких сотен птиц в год. В последние десятилетия в республике организован контроль добычи этих птиц. В то же время корректную количественную оценку считаем, провести довольно трудно. К примеру, по сведениям Департамента охотничьего хозяйства Республики Саха (Якутия) в сезон 2011–2012 гг. было добыто чуть более 2 тыс. птиц. Следует отметить, что количество добычи без разрешений на самом деле было значительно больше.

На сегодня в северных районах России запасы белой куропатки значительны, что позволяет вести промысловую их заготовку [9]. В тундровой и лесотундровой зонах Якутии основным объектом охоты также является куропатка, так как здесь сосредоточены более 90 % всех запасов. На сегодня общие запасы вида в Республике Саха (Якутия) составляют в среднем 1,4 млн особей колеблются в разные годы от 0,5 до 2,5 млн. В 1970–1980-х гг. добыча её только в северных районах республики в отдельные годы могла бы составить 450–600 тыс. птиц. Недопромысел этих птиц в Якутии сохраняется и сейчас. Так, в Нижнеколымском улусе, расположенном в тундровой зоне, по данным 2000-х гг. в объем добычи куропатки составлял 4000 особей, что менее 0,1 % общей численности птиц района [10]. В Верхоянском районе, расположенном в северотаежной подзоне, по данным опроса в зимний сезон 2015–2016 гг. было добыто более 2000 особей, что составляет менее 0,2 % общей численности птиц.

Тундряная куропатка обитает в труднодоступных и малонаселенных горных районах и приморской тундре Якутии, и её добывают крайне редко, в основном во время их перекочевок. Средние запасы её оцениваются в 280 тыс. особей.

В лесной зоне из тетеревиных птиц Якутии больше всего добываются рябчик, каменный глухарь, меньше – тетерев и намного реже – обыкновенный глухарь. По сведениям ресурсов тетеревиных птиц Российской Федерации, в 2008–2010 гг. по России рябчика добывают 2,5–4 млн особей в год, что составляет 1–2 % от общего запаса [11]. В Якутии официальными сведениями по добыче этого вида мы не располагаем. Судя по опросным данным, проведенным в 2003–2008 гг., даже в одном из наиболее

заселенных и с интенсивной промышленной и хозяйственной активностью человека территории, в Нерюнгринском районе рябчика добывают в пределах 1–3 тыс. особей в год, т.е. 0,1–0,6% от общего запаса. В целом по всей республике средние запасы его составляют более 500 тыс. особей и колеблются в разные годы от 240 до 1200 тыс.

Общие запасы тетерева в Якутии составляют в среднем около 110 тыс. особей при колебании численности в разные годы от 40 до 140 тыс. При этом вид распространен в наиболее густонаселенной западной части Якутии, доходя на север до 62° с.ш., и антропогенный пресс на неё, в первую очередь из-за незаконной охоты, довольно значителен. Не секрет, что многие охотники добывают этих птиц с использованием автотранспорта и мелкокалиберного оружия, выбивая при этом полностью целые стаи.

Каменный глухарь распространен по всей таежной зоне Якутии, численность его составляет в среднем около 230 тыс. особей и колеблется в разные годы от 100 до 460 тыс. Этот вид глухаря – один из самых почитаемых объектов охоты, и его добыча у якутских охотников сравнима с добычей лося. Ранее каменный глухарь в Якутии был многочисленным видом, и в начале 1960-х гг. кадровые охотники в бассейне Вилюя добывали попутно с пушными зверьками, в среднем 150–200 особей глухаря. С 1970-х гг. каменный глухарь во многих местах не является даже обычной птицей, на большей части ареала численность ее низкая. Установлено, что одной из основных причин снижения численности глухаря являются не только изменения в ходе хозяйственной деятельности человека местообитаний птиц, но и негативное влияние весенней охоты, так как она ориентирована на изъятие элитных производителей [6]. Известно, что весенняя охота на глухаря приводит к сокращению её численности, а отстрел на току более 20% взрослых самцов ведет к исчезновению данного токовища [5]. Такое отмечается и у родственного вида – каменного глухаря. Как показывают исследования, к заметному снижению численности приводит отстрел птиц с применением транспортных средств [2, 6]. Для сохранения и увеличения численности каменного глухаря следует обеспечить соблюдение правил охоты, разработку и внедрение в практику биотехнических мероприятий.

Как мы отсюда видим, в Якутии общепринятому нормативу изъятия в 20% [5, 12] больше всего соответствуют белая и тундряная куропатки и рябчик. В то же время следует отметить, что такое возможно лишь

в годы, когда численность птиц сравнительно высока. В другие же годы рекомендуемая добыча не должна превышать 10%. Для сохранения и увеличения численности каменного глухаря и тетерева следует обеспечить соблюдение правил охоты, разработать и внедрить в практику биотехнические мероприятия. Кроме этого, одним из перспективных направлений сохранения и увеличения численности каменного глухаря является искусственное разведение птиц с последующим выпуском в природу.

### Заключение

По результатам последних исследований в Якутии отмечается, что в результате усиления антропогенного пресса (развитие горнодобывающей промышленности, стройиндустрии, сельского и промыслового хозяйства) произошло резкое сокращение численности тетеревиных птиц, особенно в таежной её части.

Сокращение численности глухаря определяется не столько прямым истреблением самих птиц, сколько разрушением весенних местообитаний.

Из тетеревиных птиц Якутии катастрофическое положение в силу ее уязвимости у дикуши, которая при освоении человеком таежных районов исчезает в первую очередь. Наиболее действенными и эффективными мерами для спасения азиатской дикуши в Южной Якутии является организация сети ООПТ с приоритетным направлением охраны вида и мест их обитания. Одной из важных мер, направленных на стабилизацию и увеличение численности дикуши, является искусственное разведение.

В Якутии из традиционных направлений природопользования наибольшее влияние на тетеревиных птиц оказывает охота. Общепринятому нормативу изъятия в 20% больше всего соответствуют белая и тундряная куропатки и рябчик. В то же время следует отметить, что такое возможно лишь в годы, когда численность птиц сравнительно высока. В другие же годы рекомендуемая добыча не должна превышать 10%.

Одной из основных причин снижения численности каменного глухаря являются не только изменения в ходе хозяйственной деятельности человека местообитаний птиц, но и негативное влияние весенней охоты. К заметному снижению численности приводит отстрел птиц с применением транспортных средств.

Для сохранения и увеличения численности каменного глухаря следует обеспечить соблюдение правил охоты, разработку и внедрение в практику биотехнических мероприятий.

Одним из перспективных направлений сохранения и увеличения численности вида является искусственное разведение птиц с последующим выпуском в природу. Вопрос трудный, пока конкретно с каменным глухарем не опробованный. Содержание и, возможно, разведение птиц имеет также и научный интерес. Как нам думается, работы в этом направлении необходимо начать с разработки технологии по содержанию и размножению в республиканском зоопарке «Орто-Дойду».

#### Список литературы

1. Potapov R., Sale R. Grouse of the World. London: T&AD Poyser, 2013. 408 p.
2. Исаев А.П. Тетеревиные птицы Якутии. Новосибирск: Наука, 2016. 343 с.
3. Исаев А.П. Тетеревиные птицы Якутии: распространение, численность, экология: дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 2014. 463 с.
4. Кириков С.В. Южная полоса лесной зоны // Тетеревиные птицы. М., 1975. С. 157–202.
5. Юргенсон П.Б. Охотничьи звери и птицы. М.: Лесн. пром-сть, 1968. 308 с.
6. Савченко И.А. Антропогенное воздействие в период токовой активности глухаря (*Tetrao urogallus* L) // Вестник КрасГАУ. 2009. № 5. С. 90–95.
7. Siberian Grouse *Falciipennis falciipennis*. The IUCN Red List of Threatened Species [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iucnredlist.org/species/22679446/112117355> (дата обращения: 15.10.2018).
8. Исаев А.П. Азиатская дикуша (*Falciipennis falciipennis*) в Якутии (современное состояние популяции) // Вестник СВФУ им. М.К. Аммосова. 2011. Т. 8. № 4. С. 27–31.
9. Павлов Б.М., Колпачиков Л.А. Охотничье промысловое хозяйство // Система ведения агропромышленного производства на Енисейском Севере. Новосибирск, 1990. С. 128–150.
10. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2010 году. Министерство охраны природы Республики Саха (Якутия). Якутск: СМЫК-MASTER, 2010. 358 с.
11. Комиссаров М.А. Состояние охотничьих ресурсов в Российской Федерации в 2008–2010 гг. Информационно-аналитические материалы // Охотничьи животные России (биология, охрана, ресурсоведение, рациональное использование). М.: Физическая культура, 2011. Вып. 9. С. 181–186.
12. Чернышев А.А. К вопросу об охране и возможностях рационального использования охотничье-промысловых птиц // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета, 2010. № 2 (14) [Электронный ресурс]. URL: <http://scientific-notes.ru/pdf/014-4.pdf> (дата обращения: 15.10.2018).

УДК 630

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Гаврилова О.И., Прокопюк В.М.

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,  
e-mail: ogavril@mail.ru, 201610.07.um@gmail.com

В статье рассматривается проблема утилизации отходов лесопиления в связи с переработкой их в процессе жизнедеятельности отдельными видами грибов. Авторами описана и разработана последовательность переработки отходов лесопиления. Рассматривались несколько вариантов переработки, в том числе вариант с чистыми опилками, смесью опилок с торфом 1:1 по объему и с применением минеральных удобрений в дозах, рекомендованных для торфа верхового происхождения. Проведено разделение субстрата по крупности фракций: крупный (более 5 мм), средний (2–5 мм) и мелкий (менее 2 мм). На субстратах проведено заражение спорами грибов опенка осеннего – *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm., вешенки обыкновенной – *Pleurotus ostreatus* (Jaco) P. Kumm, и гриба Шиитаке – *Lentinula edodes* (Berk) Pegler. После прохождения субстратами нескольких стадий разложения были получены плодовые тела грибов. В ходе проращивания грибной культуры было выявлено что мицелий грибной культуры шиитаке развивался слабо. Позднее для контроля за качеством разложения субстрата проводили биотестирование проращиванием семян неприхотливых сельскохозяйственных растений: овес посевной – *Avena sativa* L. сорта Левша, редька посевная – *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers. сорта Селеста и латук посевной – *Latuca sativa* L. сорта Азарт. Максимальную всхожесть семена имели на субстрате средней крупности с добавлением торфа и химических удобрений. Таким образом, можно сделать вывод о частичном разложении субстрата в связи с переработкой его грибами *Armillaria mellea* и *Pleurotus ostreatus*.

**Ключевые слова:** утилизация, деградация, биотехнология, грибы, культивация

## BIOTECHNOLOGICAL DEGRADATION OF WOOD WASTES

Gavrilova O.I., Prokopyuk V.M.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: ogavril@mail.ru, 201610.07.um@gmail.com

The article considers the problem of utilization of sawmill wastes in connection with their processing in the process of vital activity by separate types of fungi. The authors have described and developed a sequence of processing sawmill waste. Several processing options were considered, including a version with clean sawdust, a mixture of sawdust with peat 1:1 by volume and with the use of mineral fertilizers in doses recommended for peat of higher origin. The substrate was divided according to the fineness of the fractions: large (more than 5 mm), medium (2-5 mm) and small (less than 2 mm). On the substrata, spores of mushrooms were examined by the *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm, *Pleurotus ostreatus* (Jaco) P. Kumm, and *Shiitake* – *Lentinula edodes* (Berk) Pegler. After passing through the substrates several stages of disintegration, fruiting bodies of fungi were obtained. During the germination of the fungus culture it was revealed that the mycelium of the shiitake mushroom culture developed poorly. Later, to control the quality of the decomposition of the substrate, biotesting was carried out by germination of seeds of unpretentious agricultural plants: *Avena sativa* L., Lefty variety, *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers. varieties Celeste and *Latuca sativa* L. varieties Azart. The maximum germination of seeds was on medium-sized substrates with the addition of peat and chemical fertilizers. Thus, we can conclude that mycelium of *Armillaria mellea* and *Pleurotus ostreatus*.

**Keywords:** utilization, degradation, biotechnology, mushrooms, cultivation

Официально признано, что лучшим субстратом для выращивания посадочного материала культур является удобрённый слаборазложившийся (степень разложения – 5–10%) сфагновый верховой торф, заготовленный осенью, проветренный и заправленный удобрениями. Однако его добыча вызывает ряд отрицательных последствий для окружающей среды.

В течение последних лет проведены исследования рядом авторов для поиска альтернативных торфу вариантов субстратов. Любой заменитель торфа должен иметь подходящие характеристики, в том числе быть достаточно рыхлым, стерильным, не слеживаться в процессе переработки и выращивания культур. Кроме того, быть экономически доступным и вырабатываться

в достаточном количестве. В работе авторов разработан аналог торфяному субстрату в виде продукта переработки биологических отходов, в частности отходов лесопиления [1, 2].

Утилизация отходов лесопиления часто становится проблемой для ряда предприятий деревообрабатывающей отрасли, и исследование по разработке субстрата, альтернативного торфу, могло бы стать лучшим вариантом их использования. По данным Рослесхоза, отходы лесопиления могут составлять от 35% до 50% от объема заготавливаемой круглой древесины [3, 4]. Более 550 тыс. т различных древесных отходов вырабатывается только предприятиями Карелии. Только 98% из них используются в качестве топлива или каким-то образом

утилизируются [5, 6]. Внедрение способов утилизации самых разных видов отходов на сегодня является одной из важнейших задач экологической политики правительства. Вовлечение в оборот вторичного сырья в виде древесных отходов, обладающего набором полезных качеств, может иметь большое экономическое значение в будущем.

### Материалы и методы исследования

Кислотность – один из важных показателей субстрата при выращивании культурных растений или культивируемых грибных культур. Кислая или щелочная среда субстрата приводит к угнетению растительных и грибных культур и в конечном счете к их вымиранию. Развитие грибов предусматривает не только готовый к использованию субстрат, но и условия их усвоения. Основное питание грибов происходит при усвоении ими органических веществ. Кроме того, в процессе метаболизма участвует и ряд неорганических элементов, в частности, калий; среда обитания грибов не может быть сильно кислой, лучше всего подходит нейтральная среда.

При определении кислотности использовалась лакмусовая бумажка.

Для определения кислотности при помощи лакмусовой бумажки бралась выемка из первичного субстрата массой 20 г, заливалась дистиллированной водой объемом 150 мл и взбалтывалась. После прохождения 15 мин в жидкость, которая осталась после промокания в ней первичного субстрата, опускалась лакмусовая бумажка.

Кислотность первичного субстрата находилась на уровне 5,1–5,5 рН, что соответствует средней кислотности, так как лакмусовая бумажка окрасилась в оранжевый цвет при трех повторностях измерений. На таком субстрате не может быть реализовано выращивание грибов. Первичный субстрат необходимо привести к нейтральному уровню кислотности, так как высокий уровень кислотности приводит к угнетению грибной культуры и не позволит мицелию расти и разлагать первичный субстрат. Для оптимального функционирования грибного блока среда субстрата должна быть нейтральной, т.е. от 6 до 7 рН, допускается также слабокислая реакция среды первичного субстрата.

Есть несколько способов нейтрализовать кислотность субстрата, все способы связаны с внесением щелочных и слабощелочных, сыпучих веществ и растворов в первичный субстрат. Распространенным веществом среди садоводов является зола, также популярностью пользуются известь и доломитовая мука. Для нейтрализации кислотности субстрата была выбрана доломитовая мука, основной составляющей которой является карбонат кальция. Он вносился дозами, рекомендуемыми для торфа близкой кислотности, 3 кг/га на 1 м<sup>3</sup> д.в.

Подготовка субстрата включает в себя обработку горячей водой и внесение примесей. Часть опилок помещали в хлопчатобумажный пакет, заливали почти кипящей водой (+90 °С) и оставляли их на 12 ч. Охлажденный естественным путем субстрат является рыхлым и хорошо увлажненным.

Для исследовательской работы был приготовлен субстрат трех видов:

– чистый опил хвойных пород;

– опил в смеси с химическими удобрениями, г/л субстрата. (N:P:K = 6:2:5);

– хвойный опил в смеси с торфом 1:1.

Изначальный хвойный опил имел три категории крупности мелкий (до 2 мм) средний (от 2 до 5 мм) и крупный (более 5 мм). Обработанный хвойный опил помещался (раздельно по категориям крупности) в емкость для смешивания с химическими удобрениями, торфом и водой. На три литра опила добавляли по 2 л воды. На подготовленный субстрат вносился мицелий грибов и распределить по контейнерам для выращивания. Вносили мицелий трех видов грибоккультуры для инокулирования, представленный в виде зерен овса, оплетенных гифами грибицы. Мицелий был готов для внесения в субстрат и не требовал особой подготовки (опенок осенний, вешенка обыкновенная, шиитакэ).

Мицелий постепенно внедрялся в субстрат в течение трех недель при температуре около +20 °С в помещении с естественной вентиляцией воздуха. В этот период не вскрывали крышку контейнера. Грибная культура, как правило, не любит прямого света, поэтому контейнеры с мицелием были распределены в лаборатории так, чтобы за весь период проведения опыта солнечные лучи не попадали на них.

### Результаты исследования и их обсуждение

Первичный полуразложившийся субстрат получается после культивирования на отходах лесопиления грибной культуры в течение 3 месяцев, представляет из себя опилки с разной степенью разложения. Кроме того, размеры частиц после первого этапа разложения становятся существенно меньше. На первом этапе (7–10 дней с момента инокулирования) наблюдается видимое глазом пушение. На втором этапе развития грибов (2–3 недели дней с момента заражения) – пушение сильно увеличивается и проявляется в виде толстого слоя белого или желтоватого цвета (stroma) (рис. 1).

Заключительным этапом (25–45 дней с момента заражения) созревания грибицы может быть появление зачатков грибов (примордии) (рис. 2). Внешнее проявление этого этапа – образование на поверхности субстрата – скопление грибных тел самых маленьких размеров.

Как отмечает ряд исследователей, если не соблюдать санитарно-гигиенических требований в процессе заражения субстрата грибицей, некондиционных опилок, или при использовании воды с температурой ниже +90 °С, наблюдается слабое развитие грибицы и на поверхности блока появляются пятна плесени желтого или зеленого цвета. Слабое пушение может быть при перегреве или переохлаждении мицелия, при перепадах температуры и других ошибках приготовления блока. Также плохое созревание может на-

блюдаться при несоблюдении температурного, влажностного и светового режимов проращивания [1]. В опытных образцах (вешенка, опенок) наблюдалось обильное пушение, а в образцах с использованием грибной культуры шиитаке наблюдалось слабое пушение и зарастание субстрата плесневыми грибами.

Грибы растут в таком виде в течение 5–6 дней, именно после этого времени есть смысл начать сбор урожая, чтобы не произошло перерастания плодов. После первого урожая следующие этапы появления плодовых тел происходят через 10–14 дней. Одиночная срезка грибов не допускается из-за перспективы заражения

субстрата плесневыми грибами. Полученные плодовые тела (рис. 3) использовались в пищу.

В процессе проращивания грибов было выявлено что грибная культура шиитаке совершенно не подходит для переработки хвойного опила, так как мицелий на нем развивался слабо.

Для контроля за качеством разложения субстрата проводили биотестирование проращиванием семян неприхотливых сельскохозяйственных растений на полученном субстрате. Для проращивания были выбраны такие неприхотливые культуры, как овес Левша, редис Селеста, салат Азарт.



А



Б

*Рис. 1. Созревание гриба, стадия обильного пушения: А – проросший мицелий гриба вешенка обыкновенная на субстрате из опилок с примесью торфа; Б – проросший мицелий гриба опенок на субстрате из опилок с примесью торфа*



*Рис. 2. Образование примордиев гриба вешенка обыкновенная на субстрате из опилок хвойных пород*



Рис. 3. Проросшие плодовые тела опенка осеннего на субстрате из опилок с добавлением химических удобрений

На проращивание семян в субстрате влияет множество факторов, поэтому проращивание семян считалось по прошествии одной недели после появления первых ростков. Таким образом, исключается зависимость пророщенных семян только от наличия увлажнения субстрата. При проращивании определяли грунтовую всхожесть семян.

Средняя всхожесть по культивируемым грибам и крупности фракций исходного опила для семян овса сорта Левша составила при трехкратной повторности: шиитаке 35% – мелкая фракция, 35% – средняя фракция, 30% – крупная фракция; вешенка 60% – мелкая фракция, 70% – средняя фракция, 50% – крупная фракция; опенок 70% – мелкая фракция, 80% – средняя фракция, 70% – крупная фракция, контроль (торфяной суб-

страт) 60% – мелкая фракция, 70% – средняя фракция, 60% – крупная фракция (таблица).

Средняя всхожесть по культивируемым грибокультурам и крупности фракций исходного опила для салата Азарт составила: шиитаке 40% – мелкая фракция, 40% – средняя фракция, 40% – крупная фракция; вешенка 73% – мелкая фракция, 70% – средняя фракция, 73% – крупная фракция; опенок 83% – мелкая фракция, 76% – средняя фракция, 76% – крупная фракция, контроль 63% – мелкая фракция, 66% – средняя фракция, 63% – крупная фракция.

Средняя всхожесть по культивируемым грибокультурам и крупности фракций исходного опила для редиса Селеста составила: шиитаке 37% – мелкая фракция, 37% – средняя фракция, 35% – крупная фракция; вешенка 75% – мелкая фракция, 85% – средняя фракция, 72% – крупная фракция; опенок 77% – мелкая фракция, 80% – средняя фракция, 72% – крупная фракция, контроль 67% – мелкая фракция, 72% – средняя фракция, 65% – крупная фракция.

### Выводы

Наибольшую всхожесть семена имели на субстрате средней крупности с добавлением торфа или химических удобрений. При проращивании семян на субстрате, заселенном грибной культурой, отрицательный результат наблюдался на субстрате, заселенном грибной культурой шиитаке, контроль показал неплохую всхожесть, но лучшая всхожесть представлена субстратом, заселенным грибными культурами вешенка обыкновенная и опенок осенний.

### Всхожесть семян при биотестировании, %

Субстрат	Шиитаке			Вешенка			Опенок			Контроль			Среднее
	Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный	Мелкий	Средний	Крупный	
Овес Левша (20)													
Опил	30	30	25	60	60	45	80	90	70	65	60	55	55
Опил + NPK	35	35	30	70	90	60	75	60	13	50	70	60	60
Опил + торф	35	35	35	50	60	40	55	90	75	60	80	70	55
Среднее	35	35	30	60	70	50	70	80	70	60	70	60	
Салат Азарт (30)													
Опил	33	40	33	63	50	73	69	59	76	60	16	60	57
Опил + NPK	36	40	36	76	79	83	89	83	69	66	73	66	66
Опил + торф	46	43	46	86	83	66	86	86	76	59	69	66	69
Среднее	40	40	40	73	69	73	83	76	76	63	66	63	
Редис Селеста 40													
Опил	40	33	35	80	80	75	65	70	63	60	65	68	60
Опил + NPK	40	38	33	75	90	73	80	82	78	70	80	63	68
Опил + торф	38	45	40	70	33	68	85	85	80	75	75	65	68
Среднее	38	37	35	75	34	73	78	80	73	68	73	65	

Первичный полуразложившийся субстрат представлен хвойным опилом после культивации на нем грибных культур. Проверка первичного субстрата биотестированием показала, что грибная культура шиитаке угнетает посаженные семена и не дает им нормально прорасти.

#### Список литературы

1. Андреев А.А. Ресурсосбережение и использование отходов заготовки и переработки древесного сырья // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. № 10. С. 148–155.
2. Бутова С.Н. Биотехнологическая деградация отходов растительного сырья. М.: Россельхозакадемия, 2014. 320 с.
3. Сафин Р.Г., Саттарова З.Г. Современные направления переработки лесных ресурсов // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 21. С. 90–93.
4. Агрохимия / Под ред. В.М. Ключковского, А.В. Петербургского. М.: Колос, 1967. 584 с.
5. Колесникова А.В. Анализ образования и использования древесных отходов на предприятиях лесопромышленного комплекса России // Актуальные вопросы экономических наук. 2013. № 33. С. 116–120.
6. Хакимова О.А., Носкова С.А., Шевелева Р., Хакимов Р. Утилизация отходов лесозаготовок с получением полуфабриката для картона // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2018. № 2. С. 60–73.

УДК 582.29

## ЛИШАЙНИКИ И КАЛИЦИОИДНЫЕ ГРИБЫ ПРИУСАДЕБНЫХ ПАРКОВ БЫВШИХ УСАДЕБ ВОРОТЫШИНО И ЗАСИЖЬЕ (ЯРЦЕВСКИЙ РАЙОН, СМОЛЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

<sup>1</sup>Гагарина Л.В., <sup>1</sup>Чесноков С.В., <sup>1,2</sup>Конорева Л.А., <sup>1,3</sup>Степанчикова И.С.,  
<sup>4</sup>Яцына А.П., <sup>5</sup>Тарасова В.Н.

<sup>1</sup>ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова» РАН, Санкт-Петербург,  
e-mail: gagarinalv@binran.ru;

<sup>2</sup>ФГБУН «Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина» КНЦ РАН,  
Кировск, e-mail: ajdarzapov@yandex.ru;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург,  
e-mail: i.stepanchikova@spbu.ru, stepanchikovais@binran.ru;

<sup>4</sup>Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск,  
e-mail: lihenologs84@mail.ru;

<sup>5</sup>ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,  
e-mail: tarasova1873@gmail.com

Усиленное создание усадебных парков в Смоленской области началось в XVIII–XIX вв. К началу XX века многие парки сохранились в хорошем состоянии, но события последующих десятилетий привели к их значительной деградации. Большая часть их была полностью или почти полностью уничтожена. В 1918–1919 гг. в Смоленской губернии было зарегистрировано более 300 дворянских усадеб. Решающий урон старинным паркам был причинён вырубками многих вековых деревьев в годы Великой Отечественной войны. Лишайники – известные биоиндикаторы изменений в растительных сообществах. Учитывая сложную историю усадеб Смоленской области, современный состав их лишенофлоры представляет особый интерес. Нами проведено изучение лишайников приусадебных парков бывших усадеб Воротышино и Засижье (Смоленская область, Ярцевский район). Приусадебный парк бывшей усадьбы Воротышино не имеет статуса особо охраняемой природной территории (ООПТ), а парк усадьбы Засижье является ООПТ местного значения. В усадьбе Засижье лишайники были собраны с коры липы, ели, тополя, березы, клена, в Воротышино они обитают преимущественно на коре липы, лишь единичные виды найдены на древесине и почве. Репрезентативный материал хранится в гербарии лаборатории лишенологии и бриологии БИН РАН (LE). На основе собранной коллекции составлен аннотированный список, насчитывающий 44 вида лишайников и два калициоидных гриба из 27 родов, для каждого вида указана субстратная приуроченность. Впервые для Смоленской области приводятся 5 видов лишайников: *Anisomeridium polypori*, *Arthonia mediella*, *Candelariella reflexa* и *Peltigera rufescens*, а также нелихенизированный гриб *Chaenothecopsis viridialba*. Около 90% видового состава лишайников исследованных приусадебных парков являются типичными представителями антропогенно нарушенных биотопов.

**Ключевые слова:** лишайники, Смоленская область, усадебный парк, Воротышино, Засижье, *Chaenothecopsis viridialba*

## THE LICHENS AND CALICOID FUNGI OF FORMER MANOR PARKS VOROTYSHINO AND ZASIZHIE (YARTSEVO DISTRICT, SMOLENSK REGION)

<sup>1</sup>Gagarina L.V., <sup>1</sup>Chesnokov S.V., <sup>1,2</sup>Konoreva L.A., <sup>1,3</sup>Stepanchikova I.S.,  
<sup>4</sup>Yatsyna A.P., <sup>5</sup>Tarasova V.N.

<sup>1</sup>Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, e-mail: gagarinalv@binran.ru;

<sup>2</sup>Polar-Alpine Botanical Garden and Institute the called after N.A. Avrorin, Kola Science Centre RAS,  
Kirovsk, e-mail: ajdarzapov@yandex.ru;

<sup>3</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg, e-mail: i.stepanchikova@spbu.ru, stepanchikovais@binran.ru;

<sup>4</sup>V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of NAS of Belarus, Minsk, e-mail: lihenologs84@mail.ru;

<sup>5</sup>Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: tarasova1873@gmail.com

Creation of manor parks in the Smolensk Region started in the XVIII–XIX centuries. By the beginning 20th century, many parks were preserved in good condition, but the events of the following decades led to their significant degradation. Most of them were completely or almost completely destroyed. In 1918–1919 more than 300 manors were still present in the Smolensk Region. Catastrophic damage to old parks was caused by cuttings during the II World War. Lichens are well-known bioindicators of plant community changes, and taking in account the history of Smolensk Region, of special interest is the study of lichen diversity in its manors nowadays. The study of lichens in the manor parks of the former estates Vorotyshino and Zasizhie (Smolensk Region, Yartsevo district) was carried out. Vorotyshino does not have the status of protected area, Zasizhie is a protected area of local value. Lichens were collected from linden, spruce, poplar, birch and maple bark in Zasizhie and mainly from the bark of linden, also from wood and soil in Vorotyshino. Representative material is stored in the herbarium of BIN RAS (LE). An annotated list of species numbers 44 species of lichens and two calicoid fungi from 27 genera, for each species the substrate is indicated. Five species are new to the Smolensk Region: *Anisomeridium polypori*, *Arthonia mediella*, *Candelariella reflexa*, *Peltigera rufescens*, and non-lichenized saprobic fungus *Chaenothecopsis viridialba*. About 90% of the revealed lichen species is typical representatives of anthropogenically disturbed biotopes.

**Keywords:** lichens, Smolensk Region, manor park, Vorotyshino, Zasizhie, *Chaenothecopsis viridialba*

Смоленская область входит в состав Центрального федерального округа. Регион имеет довольно выгодное экономическое положение, что определяется его приграничным положением с Витебской и Могилевской областями Беларуси и Псковской, Тверской, Московской, Калужской и Брянской областями Российской Федерации. Если сравнить площадь области с площадью всей страны, то ее площадь составляет 0,3% площади России. Географически область находится на территории Восточно-Европейской равнины, причем это одна из наиболее приподнятых ее частей. Рельеф области типичен для ее географического положения. В основе Восточно-Европейской равнины находится докембрийская платформа, которая определяет спокойный тектонический режим и равнинный рельеф. Средняя высота составляет порядка 200 м. Самая высокая точка Смоленской области находится у д. Ломы в Вяземском районе, а самая низкая – в долине р. Западная Двина в Велижском районе. Характерной особенностью Смоленской области является разнообразие природных условий, что связано прежде всего с неодинаковым развитием литогенной основы в разных частях региона. Климат Смоленской области умеренно континентальный с теплым и влажным летом и умеренно холодной зимой, характеризующейся довольно устойчивым снежным покровом. Циркуляция атмосферного воздуха и солнечная радиация имеют решающее значение в определении климата области. Сезоны года выделяются отчетливо. Циклоны на территории области наблюдаются часто, ветра преимущественно западного направления, что связано с близостью к Атлантическому океану. Смоленская область расположена на границе водораздела трех крупных рек: Волги, Днепра и Западной Двины. Почвы на территории области преимущественно дерново-подзолистые, различные по свойствам и плодородию. Смоленская область входит в зону смешанных (хвойно-широколиственных) лесов с преобладанием ели, дуба и липы. Также встречаются березняки прирубьевые и черноольшаники. Вторичные леса состоят преимущественно из березы, осины и серой ольхи. На территории области выделяют три физико-географические провинции: Валдайскую, Смоленско-Московскую и Днепровско-Деснинскую [1].

Смоленская область длительное время отличалась значительной лесистостью территории, однако за последние три века площадь лесов существенно сократилась. Важное значение в связи с этим имеет создание сети особо охраняемых природных

территорий (ООПТ), которое было начато еще в 1960-х гг. К числу наиболее крупных ООПТ относятся национальный парк «Смоленское Поозерье» и государственный историко-культурный и природный музей-заповедник «Хмелита». Также на территории области создан ряд заказников и памятников природы. Современная сеть ООПТ охватывает примерно 6,6% площади области, при этом преобладают ботанические памятники природы. Представлены они большей частью объектами садово-паркового искусства – парками старинных помещичьих усадеб, сохранившихся в основном фрагментарно. Некоторые из них находятся в настоящее время на грани полного уничтожения. В эту же группу памятников природы включены отдельные березовые, дубовые рощи, имеющие в основном эстетическое значение, некоторые зоны отдыха, уникальные лесные насаждения.

Усадебные парки начали формироваться в Смоленской области в XVIII–XIX вв. прошлого века. Развитие садово-паркового искусства связано с именем Петра I, который после посещения дворцово-парковых ансамблей Европы предпринял ряд шагов для создания аналогичных ансамблей в России. В Смоленской губернии парки были практически во всех дворянских усадьбах. Формировались они на протяжении многих десятилетий. Особым размахом отличались парки в сёлах Засижье, Вонлярово, Липецы, Пречистое, Алексино и др. Во время генерального межевания земель (1776–1781) в Смоленской губернии насчитывалось 108 регулярных и 19 ландшафтных садов-парков. К началу XIX в. в садово-парковых комплексах произошли большие перемены, численность регулярных парков уменьшилась на одну треть. В XIX в. многие регулярные парки были частично, реже – полностью перестроены или расширены. К началу XX в. многие парки сохранились в хорошем состоянии, но события последующих десятилетий привели к их значительной деградации. Большая часть их была полностью или почти полностью уничтожена. В 1918–1919 гг. в Смоленской губернии было зарегистрировано более 300 дворянских усадеб. Решающий ущерб старинным паркам был нанесен вырубками многих вековых деревьев в годы Великой Отечественной войны [2].

Одними из немногих, частично сохранившимися приусадебными парками являются парки бывших усадеб Воротышино и Засижье. Усадьба Воротышино расположена в 9 км от г. Ярцево. Она была основана в начале XVIII в. помещицей Е. Потемкиной и затем длительное время принадлежала ее

роду. С середины XIX в. усадьба перешла к надворной советнице Е.А. Кирьяновой. В наши дни усадебные здания и Духовская церковь, построенная в 1817 г., утрачены. Приусадебный парк усадьбы Воротышино не имеет статуса ООПТ [3]. Сохранилась заросшая липовая роща с деревьями значительного возраста (примерно 200–250 лет), старых деревьев других пород не обнаружено. К доступным для заселения лишайниками субстратам на территории усадьбы относятся кора и древесина липы и, в незначительной степени – почва. Антропогенные субстраты, пригодные для заселения лишайниками, отсутствуют.

Усадьба Засижье (Васильевское, Засижье) находится в 20 км от г. Ярцево. Усадьба основана в 1770-х гг. статским советником В.С. Вакселем, затем ею владел его сын А.В. Ваксель, а в 1835 г. она переходит к племяннице последнего С.П. Гербеовой, последним владельцем усадьбы был промышленник Р.А. Леман, владевший усадьбой до 1917 г. До наших дней сохранился двухэтажный дом управляющего, руины трех хозяйственных зданий и водонапорная башня [3]. Сохранился также парк из смешанных пород деревьев, который имеет статус ООПТ местного значения [4]. Доступной для лишайников субстратами на территории усадьбы является кора липы, ели, березы, клена, тополя. Подходящие антропогенные субстраты также не представлены.

Цель исследования: изучить видовой состав лишайников и калиционидных грибов приусадебных парков бывших усадеб Воротышино и Засижье. Исследование лишайников проводилось в рамках проекта РФФИ по изучению лишайников приусадебных парков Смоленской области.

#### Материалы и методы исследования

Полевые исследования проведены 30.06.2017 (Воротышино) и 01.07.2017 (Засижье). В связи с небольшими площадями парков обозначено по одной маршрутной точке: Воротышино – GPS № 591: 55°06'45.6" с.ш., 32°32'59.4" в.д., высота над уровнем моря – 236 м; Засижье – GPS № 592: 55°01'15.2" с.ш., 32°58'53.0" в.д., высота над уровнем моря – 206 м (географические координаты приведены в системе WGS 1984). Лишайники были собраны со всех доступных субстратов. Идентификацию образцов проводили с использованием морфолого-анатомических и хемотаксономических (цветные реакции – «spot-tests») методов. Репрезентативные образцы хранятся в гербарии лаборатории лишайнологии и бриологии БИН РАН (LE).

#### Результаты исследования и их обсуждение

На территории бывших усадеб Воротышино и Засижье выявлено 46 видов из

27 родов (44 вида лишайников и два калиционидных нелихенизированных гриба), из них 5 видов являются новыми для Смоленской области. Ниже приведен аннотированный список видов. Названия видов приведены в соответствии со сводкой «Santesson's online checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi» [5]. Для каждого вида указана усадьба, на территории которой он был выявлен, и субстрат; для отдельных видов приведены комментарии. Названия новых для Смоленской области видов выделены полужирным шрифтом. Нелихенизированные грибы обозначены знаком «+».

1. *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid. – Воротышино, кора липы; Засижье, кора березы, ели, липы.

2. *Anisomeridium polypori* (Ellis & Everh.) M.E. Barr – Засижье, кора липы.

3. *Arthonia mediella* Nyl. – Воротышино, кора липы.

4. *Biatora efflorescens* (Hedl.) Räsänen – Воротышино, кора липы.

5. *Buellia griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb. – Воротышино, кора липы.

6. *Candelariella efflorescens* R.C. Harris & W.R. Buck – Воротышино, кора липы; Засижье, кора ели, клена, липы.

7. *Candelariella reflexa* (Nyl.) Lettau – Засижье, кора липы.

8. *Chaenotheca brunneola* (Ach.) Müll. Arg. – Воротышино, сухая древесина липы.

9. *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr. – Воротышино, сухая древесина липы.

10. + *Chaenothecopsis pusilla* (Ach.) A.F.W. Schmidt – Воротышино, сухая древесина липы.

11. + *Chaenothecopsis viridialba* (Kremp.) A.F.W. Schmidt – Воротышино, сухая древесина липы. Известен как специализированный вид, строго приуроченный к старовозрастным лесам поздней стадии сукцессии, на северо-западе европейской части России и в ряде регионов Европы [6, 7]. Вид обычно обитает на коре и древесине елей, значительно реже может быть обнаружен на коре лиственных деревьев.

12. *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. – Воротышино, кора липы.

13. *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng. – Засижье, кора липы.

14. *Cladonia cornuta* (L.) Hoffm. – Воротышино, почва.

15. *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. – Воротышино, кора липы, почва. Засижье, кора липы.

16. *Evernia mesomorpha* Nyl. – Засижье, кора липы.

17. *Evernia prunastri* (L.) Ach. – Воротышино, кора липы.

18. *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy – Засижье, кора березы.

19. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. – Воротышино, кора липы; Засижье, кора ели, березы, липы.

20. *Lecanora carpinea* (L.) Vain. – Воротышино, кора липы.

21. *Lecanora chlarotera* Nyl. – Воротышино, кора липы.

22. *Lecanora pulicaris* (Pers.) Ach. – Засижье, кора березы.

23. *Lecanora symmicta* (Ach.) Ach. – Воротышино, кора липы.

24. *Lecidella flavosorediata* (Vězda) Hertel & Leuckert – Засижье, кора липы.

25. *Lepraria elobata* Tønsberg – Воротышино, кора липы.

26. *Melanelixia glabrata* (Lamy) Sandler & Arup – Воротышино, кора липы.

27. *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco et al. – Воротышино, кора липы.

28. *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al. – Засижье, кора липы.

29. *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al. – Засижье, кора березы.

30. *Parmelia sulcata* Taylor – Воротышино, ветви липы, кора; Засижье, кора березы, липы.

31. *Peltigera didactyla* (With.) J.R. Laundon – Воротышино, на почве.

32. *Peltigera rufescens* (Weiss) Humb. – Воротышино, на почве.

33. *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg – Засижье, кора клена, липы.

34. *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg – Воротышино, кора липы; Засижье, кора березы, клена, липы, тополя.

35. *Phlyctis argena* (Spreng.) Flot. – Воротышино, кора липы; Засижье, кора березы, ели, клена, липы.

36. *Physcia adscendens* H. Olivier – Воротышино, кора ветвей и ствола липы; Засижье, кора березы, липы.

37. *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr. – Воротышино, ветви липы, кора; Засижье, кора липы.

38. *Physcia stellaris* (L.) Nyl. – Засижье, кора липы.

39. *Physcia tenella* (Scop.) DC. – Воротышино, ветви и кора липы; Засижье, кора березы, ели, клена, липы, тополя.

40. *Physconia detersea* (Nyl.) Poelt – Засижье, кора липы.

41. *Physconia enteroxantha* (Nyl.) Poelt – Воротышино, кора липы; Засижье, кора клена, липы, тополя.

42. *Polycauliona candelaria* (L.) Frödén et al. – Засижье, кора липы.

43. *Polycauliona polycarpa* (Hoffm.) Frödén et al. – Воротышино, ветви липы, кора. Засижье, кора ели, липы.

44. *Ramalina farinacea* (L.) Ach. – Воротышино, кора липы.

45. *Scoliciosporum sarothamni* (Vain.) Vězda – Воротышино, ветви липы, кора. Засижье, кора березы, ели, липы, тополя.

46. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. – Воротышино, ветви липы, кора; Засижье, кора березы, клена, липы, тополя.

В результате проведенных исследований на территории бывшей усадьбы Воротышино выявлено 34 вида лишайников и калициоидных грибов из 24 родов, в то время как на территории особо охраняемой территории местного значения приусадебного парка Засижье обнаружено 27 видов из 18 родов. В целом выявленные локальные лишайнофлоры обеих усадеб можно охарактеризовать как крайне бедные.

На территории приусадебного парка Засижье наблюдается большее разнообразие древесных пород (липа, ель, тополь, береза, клен), тем не менее лишайнофлора усадебного парка чрезвычайно бедна. Низкое разнообразие лишайников бывшей усадьбы в Засижье закономерно: эта территория подвержена особенно высокой антропогенной нагрузке. Непосредственно по территории парка проходит несколько асфальтированных дорожек к мемориалу времен Великой Отечественной войны, кроме того, парк используется как зона отдыха местных жителей, на его территории разводят костры, напочвенный покров интенсивно вытаптывается. Вероятно, отчасти именно с высокой степенью нарушения напочвенного покрова связано отсутствие напочвенных лишайников.

На территории приусадебного парка в Воротышино единственным подходящим для заселения лишайниками форофитом является липа, отдельные виды также встречаются на таких субстратах, как древесина лип и почва. В Воротышино исторический усадебный парк сильно разрушен в течение XX в. и фактически представлен единственной липовой аллеей, чем объясняется также весьма невысокое разнообразие лишайников на этой территории. Тем не менее современная антропогенная нагрузка на парк в Воротышино не так велика (по крайней мере, по сравнению с усадебным парком в Засижье). Возможно, поэтому здесь на участках почвы могут быть обнаружены отдельные представители родов *Cladonia* и *Peltigera*. Наличие сухой древесины на территории усадьбы Воротышино позволило обнаружить виды родов *Chaenotheca* (Th. Fr.) Th. Fr. и *Chaenothecopsis* Vain. Особый интерес представляет находка *Chaenothecopsis viridialba* – вида, в других регионах Европы строго приуроченного к старовозрастным лесам [6, 7]. В некоторых регионах, например в Республике Карелия и в Ленин-

градской области, этот вид включен в региональные Красные книги. Большинство родов в выявленных лишенофлорах представлено 1–2 видами, один род – *Phaeophyscia* Moberg – включает на обследованной территории 3 вида, два рода – *Cladonia* P. Brown и *Lecanora* Ach. – по 4 вида, и один род – *Physcia* (Schreb.) Michx. – 5 видов. Значительное число выявленных видов являются довольно обычными в нарушенных сообществах, что неудивительно, так как территория практически всех приусадебных парков Смоленской области сильно подвержена антропогенному воздействию, а парковые ансамбли значительного возраста в этом регионе практически полностью утрачены. Большинство видов ранее были выявлены на территории Смоленской области, в результате изучения лишайников Л.Г. Бязровым [8], А.А. Еленкиным [9–11], И.С. Ждановым [12, 13], и М.П. Томиным [14].

Лишенофлора приусадебных парков Воротышино и Засижье является сильно нарушенной, что выражается в незначительном общем количестве видов и в преобладании видов, типично характерных для сильно нарушенных и антропогенных сообществ, – например, *Cladonia fimbriata*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora symmicta*, *Parmelia sulcata* и др.

Таким образом, в трансформированных в течение последних 100 лет усадьбах практически утрачен комплекс стенотопных видов лишайников, вероятно, когда-то заселявших такие местообитания в Смоленской области. Усадебные парки региона в их нынешнем состоянии лишь в незначительной степени можно назвать ресурсами биологического разнообразия, по крайней мере в лишенологическом отношении. Дальнейшие исследования лишенофлор усадеб Смоленской области, вероятно, позволят более комплексно и взвешенно оценить их роль в формировании и сохранении разнообразия лишайников региона.

### Заключение

В результате инвентаризации лишенофлоры приусадебных парков Воротышино и Засижье выявлено 46 видов лишайников и калициоидных грибов из 27 родов, из них 5 видов являются новыми для Смоленской области. На территории усадьбы Воротышино выявлено 34 вида, 27 видов обитают в приусадебном парке Засижье. Особый интерес представляет находка редкого вида *Chaenothecopsis viridialba*.

*Полевые исследования поддержаны проектом РФФИ 17-54-04030 Бел\_мол\_a (рук. Л.В. Газарина), камеральная обработка проводилась в рамках темы государственного задания БИН РАН «Флористическое изучение лишайников Российской Федерации» (№ 0126-2018-0006).*

### Список литературы

1. Евдокимов М.Ю., Катровский А.П., Шкалик В.А. Природа Смоленской области. Смоленск: Универсум, 2012. 256 с.
2. Знаменитые усадьбы Смоленщины. Смоленск: Изд. ИП И.А. Флиманкова, 2011. 528 с.
3. Чижков А.Б., Гурская Н.Г. Смоленские усадьбы. Каталог с картой расположения усадеб. Смоленск: Свиток, 2009. 192 с.
4. Приказ департамента Смоленской области по природным ресурсам и экологии от 03 февраля 2017 г. № 063/0103 «О внесении изменений в Перечень особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения Смоленской области [Электронный ресурс]. URL: <http://prirod.admin-smolensk.ru/docs/administrativnyereglamenty/utverzhennyye-administrativnyereglamenty/prikazdepartamenta-smolenskoj-oblasti-po-prirodnym-resursam-i-ekologii-ot-01-07-2016-363-0103/> (дата обращения 16.11.2018).
5. Nordin A., Moberg R., Tønberg T., Vitikainen O., Dalsätt A., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. 2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (дата обращения: 01.02.2018).
6. Конечная Г.Ю., Курбатова Л.Е., Потемкин А.Д., Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С., Змитрович И.В., Коткова В.М., Малышева В.Ф., Морозова О.В., Попов Е.С., Яковлев Е.Б., Кияшко П.В., Skujiene G., Andersson L. Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов. СПб.: Типография Победа, 2009. 258 с.
7. Noren M., Nitare J., Larsson A., Hultgren B. Handbok för inventering av nyckelbiotoper. Jönköping: Skogsstyrelsen, 2014. 104 p.
8. Бязров Л.Г. Синузии эпифитных лишайников некоторых типов лесных биогеоценозов Смоленской области // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1969. Т. 74. Вып. 6. С. 115–124.
9. Еленкин А.А. Флора лишайников Средней России. Ч. 1. Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1906. 84 с.
10. Еленкин А.А. Флора лишайников Средней России. Ч. 2. Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1907. 360 с.
11. Еленкин А.А. Флора лишайников Средней России. Ч. 3–4. Юрьев: Тип. К. Маттисена, 1911. С. 361–684.
12. Жданов И.С. Эпилитные лишайники национального парка «Смоленское Поозерье» // Флора лишайников России: состояние и перспективы исследований: Тр. междунар. совещ., посвящ. 120-летию со дня рождения В.П. Савича (Санкт-Петербург, 24–27 октября 2006 г.). СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 2006. С. 98–102.
13. Жданов И.С. К флоре лишайников национального парка «Смоленское Поозерье» (Смоленская область) // Историко-культурное наследие и природное разнообразие: опыт деятельности охраняемых территорий: материалы юбилейной науч.-практич. конф., посвящ. 15-летию науч. парка «Смоленское Поозерье» (8–10 июня 2007 г.). Смоленск, 2007. С. 59–62.
14. Томин М.П. Материалы к лишайниковой флоре Смоленской губернии // Записки с.-х. ин-та в Воронеже. 1918. Т. 3. С. 105–128.

УДК 633.366:633.31(574)

## МЕЛИОРАТИВНАЯ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ КАЗАХСТАНСКОГО ПРИАРАЛЬЯ

<sup>1</sup>Жумадилова Ж.Ш., <sup>1</sup>Идрисова Д.Т., <sup>2</sup>Абдиева К.М., <sup>3</sup>Таутенов И.А., <sup>4</sup>Тодерич К.Н.

<sup>1</sup>Филиал «Прикладная микробиология» ТОО «НПЦ Микробиологии и вирусологии», Кызылорда, e-mail: zhanarzhumadilova@list.ru;

<sup>2</sup>Алматинский технологический университет, Кызылорда;

<sup>3</sup>Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Алматы;

<sup>4</sup>Международный центр по развитию сельского хозяйства на засоленных почвах в Центральной Азии и Закавказье (ИКБА-ЦАЗ), Ташкент

Целью данной работы является изучение солевыносливости и питательной ценности новых сортов донника при выращивании в условиях рисового севооборота Казахстанского Приаралья. Проведены исследования химического состава и питательной ценности многолетних кормовых трав. По результатам исследования при глубине пахотного слоя (0–30) содержание сухого остатка в водной вытяжке почв под донником сорта Сарайчик меньше, чем под донником сорта Аркас и люцерны. При возделывании донника в рисовом севообороте после риса повышается уровень грунтовых вод и активизируется процесс засоления. В связи с этим почвы опытного участка из слабозасоленных почв перешли в почвы со средней степенью засоления. В первый год жизни у сортов донника темпы роста и развитие медленные, но, несмотря на низкие показатели за один укос по сравнению с люцерной (10,6/2,16 т/га), донник дал более высокий урожай (10,7–12,6 т/га зеленой массы и сено 2,79–3,63 т/га). По содержанию химического состава люцерна по некоторым показателям превышает донник. Но по питательности кормов донник опережает люцерну. Содержание обменной энергии выше у донника зубчатого – 9,09 МДж/кг, у донника белого колеблется до 8,73 МДж/кг. Кормовая единица составляет 0,62–0,66 ед/кг. Надо отметить, что урожай донника первого года жизни в Кызылординской области был получен без полива, при этом он был сформирован за счет влагозапасов в почве, образованных в предыдущий год при поливе его предшественника риса. Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что сорта донника Аркас и Сарайчик являются перспективной культурой для ведения рисового севооборота засоленных земель Кызылординской области Казахстанского Приаралья. Область применения сельское хозяйство.

**Ключевые слова:** донник, многолетние травы, фитомелиорация, засоленность, кормовая ценность

## MELIORATIVE AND STEM VALUE OF PERENNIAL GRASSES ON THE SALINE SOILS OF THE KAZAKHSTAN PRIARALIYA

<sup>1</sup>Zhumadilova Zh.Sh., <sup>1</sup>Idrisova D.T., <sup>2</sup>Abdieva K.M., <sup>3</sup>Tautenov I.A., <sup>4</sup>Toderich K.N.

<sup>1</sup>Branch «Applied Microbiology» LLP «Research and Development Center of Microbiology and Virology», Kyzylorda, e-mail: zhanarzhumadilova@list.ru;

<sup>2</sup>Almaty Technological University, Almaty;

<sup>3</sup>Professor of Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda;

<sup>4</sup>Regional Coordinator of the International Center for the Development of Agriculture on Saline Soils in Central Asia and the Caucasus (ICBA-CAC), Tashkent

The purpose of this work is to study the salt tolerance and nutritional value of new varieties of melilotus when grown in conditions of rice crop rotation of the Kazakhstan Priaralie. Studies of the chemical composition and nutritional value of perennial forage grasses have been conducted. According to the results of the study with the depth of the arable layer (0-30), the dry residue content under the tributary of the Saraychik variety is less than, under the tributary of the Arkas variety and alfalfa. In the cultivation of crops, the level of groundwater rises and the process of salinization is activated. The transition of slightly saline soils into soils with an average degree of salinity is noted. In the first year of life, the varieties of the sweet melilotus have growth rates and development is slow, but despite low rates for one cut, compared with alfalfa (10.6 / 2.16 ton / ha), the sweet melilotus gave a higher yield (10.7-12.6 ton / ha of green mass and hay 2.79-3.63 t / ha). The content of the chemical composition of alfalfa in some indicators exceeds the melilotus. But, in terms of nutritional value, the sweet melilot is ahead of alfalfa. Feed energy exchange content is higher for a gear clover – 9.09 MJ / kg, for a white melilotus it ranges up to 8.73 MJ / kg. The feed unit is 0.62-0.66 u / kg. It should be noted that the harvest of the sweet melilotus of the first year of life in the Kyzylorda region was obtained without irrigation, while it was formed due to moisture reserves in the soil formed in the previous year when irrigating its predecessor rice. Thus, the results of the study showed that the varieties of the melilotus Arkas and Saraychik are promising crops for the introduction of rice crop rotation of saline lands of the Kyzylorda region of the Kazakhstan Priaralie. Scope of agriculture.

**Keywords:** melilotus, perennial grasses, phytomelioration, salinity, feed value

На земном шаре около четверти почв сельскохозяйственного назначения в той или иной мере засолены, и, по прогнозам, к 2050 г. этот процесс затронет более 50%

возделываемых территорий. В условиях солевого стресса замедляется рост растений, нарушается водный статус и ионный гомеостаз, сокращается площадь ассимиля-

ционной поверхности, снижается продуктивность сельскохозяйственных культур. В связи с этим солеустойчивость растений имеет большое практическое значение для получения устойчивого урожая на засоленных почвах [1].

Проблемы мелиоративного освоения засоленных и солонцовых земель обусловили необходимость исследования их современных состояния.

Возделывание сельскохозяйственных культур при современной системе земледелия и складывающихся природных условиях вызывает глубокие необратимые изменения минеральной и органической части, приводящие к деградации и потере плодородия, в частности к развитию процесса осолонцевания почв [2].

В Кызылординской области Казахстана рис является основной культурой и ежегодно занимает более 45% от всей площади посевов сельскохозяйственных культур. В настоящее время 60% рисовых полей имеют сильное и среднее засоление. Дренаж рисовых полей не обеспечивает необходимого понижения уровня грунтовых вод, в результате чего происходит накопление солей в почве [3].

Неудовлетворительное состояние экосистем и, в частности, деградация земель выдвигает задачу разработки методов их ускоренной экологической реставрации. Одним из методов экологической реставрации деградированных земель является фитомелиорация [4].

В освоении и улучшении засоленных земель большая роль отводится многолетним травам, в том числе люцерне и доннику, как одним из солевыносливых культур. Люцерна – базовая культура в рисовом севообороте Кызылординской области. Она размещается в севооборотах как предшественник риса. Однако для возделывания люцерны потребуются норма орошения в два раза больше, чем для донника.

В условиях засоленных почв при орошении донники имеют преимущество по урожайности и по водопотреблению по сравнению с базовой культурой люцерной. Для донника достаточно нормы орошения 3250–3500 м<sup>3</sup>/га с коэффициентом водопотребления 26,6–31,4 м<sup>3</sup>/ц против люцерны (6700 м<sup>3</sup>/га и 134,7 м<sup>3</sup>/ц) [5].

По сравнению с другими культурами мелиоративное воздействие донника на почву имеет универсальный характер. Благодаря глубоко проникающей корневой системе он использует труднодоступные для других растений почвенные соединения из глубоких горизонтов и, перенося их в корнеобитаемый слой, обогащает почву кальцием и другими элементами. Своими мощными

корнями донник прекрасно дренирует плотные горизонты, образуя после отмирания ходы, по которым уносятся верховой водой растворенные в ней соли [6].

Цель исследования: изучение солевыносливости и питательной ценности новых сортов донника при выращивании в условиях рисового севооборота Казахстанского Приаралья.

### Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть исследований по возделыванию сортов донника проводилась в 2018 г. на Караултюбинском опорном пункте Казахского научно-исследовательского института рисоводства им. И. Жахаева. Мелкоделяночный опыт был заложен в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки – 50 м<sup>2</sup>. Размещение делянок – рандомизированное.

Объектами исследования являются сорта донника белого Аркас и зубчатого Сарайчик, а также сорт люцерны Семиреченская местная. Предшественникам мелко-деляночного опыта был рис. Фенологические наблюдения проведены методом глазомерной оценки с определением начальной (10%) и полной (70%) фазы развития. Учет густоты стояния растений при всходах и количество сохранившихся к уборке растений проведен методом наложения квадратной метровки [5]. Отбор точечных почвенных образцов проводили методом конверта [7]. Химический состав почв определили в лаборатории в Кызылординском филиале АО «Национальный центр экспертизы и сертификации».

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты фенологических наблюдений многолетних трав представлены в табл. 1.

В 2018 г. наблюдалось позднее наступление весны, если в 2017 г. посевные работы были начаты в первых числах марта, то в 2018 г. посев начат на месяц позже. В марте месяце в отдельные дни температура воздуха понижалась до –3 °С. В целом агрометеорологические условия апреля для весенних полевых работ складывались благоприятно, что характерно для региона. В марте при суммарной среднесуточной температуре +9,40 °С прорастание происходило у люцерны на 12 суток, а у сортов донника Аркас и Сарайчик на 14–16 суток. Это объясняется тем, что донник относится к твердосемянным сельскохозяйственным растениям. Фаза стеблевания наступала только через 37–46 суток после полных всходов. Фаза ветвления у люцерны наступала примерно через 19 суток, у сорта донника Аркас, у сорта Сарайчик на 22 день после фазы стеблевания. Объясняется это тем, что сорт Сарайчик по биологической характеристике относится к позднеспелым сортам. Было отмечено, что чем выше полевая всхожесть и влагообеспеченность растений, тем выше показания по сохранности растений (табл. 2).

**Таблица 1**  
Фенологические наблюдения за ростом и развитием многолетних трав первого года жизни (2018 г.)

№ п/п	Фаза развития	Варианты опыта		
		Люцерна, сорт Семиреченская местная	Донник белый, сорт Аркас	Донник зубчатый, сорт Сарайчик
1	Посев	26.03	26.03	26.03
2	Всходы	07.04	09.04	11.04
3	Стеблевание	14.05	18.05	27.05
4	Ветвление	02.06	09.06	21.06

**Таблица 2**  
Густота стояния растений, полевая всхожесть семян и сохранность растений многолетних трав (среднее значение)

№ п/п	Варианты опыта	Густота растений, шт/м <sup>2</sup>		Полевая всхожесть семян, %	Сохранность, %
		В фазе всходов	Перед уборкой		
1	Люцерна, сорт Семиреченская местная	82,5	78,5	33	95
2	Донник белый, сорт Аркас	76,2	71,5	30	94
3	Донник зубчатый, сорт Сарайчик	72,5	68	29	94

**Таблица 3**  
Биометрические показатели многолетних трав первого года жизни (среднее значение)

№ п/п	Варианты опыта	Количество растений, шт/м <sup>2</sup>		Число стеблей, шт/м <sup>2</sup>		Облиственность, %	
		I укос	II укос	I укос	II укос	I укос	II укос
1	Люцерна, сорт Семиреченская местная	78,5	71,3	746	714	0,47	0,47
2	Донник белый, сорт Аркас	71,5	–	685	–	0,50	–
3	Донник зубчатый, сорт Сарайчик	68	–	644	–	0,50	–

По результатам исследований наибольшая полевая всхожесть отмечена у люцерны – 78,5 шт/м<sup>2</sup>, сохранность при этом составила 95%. У сортов донника Аркас и Сарайчик полнота всходов и сохранность растений были ниже (71,5–68 шт/м<sup>2</sup>; 94%).

Биометрические показатели и продуктивность многолетних трав представлены в табл. 3 и 4.

Как видно из данных табл. 3, по густоте стояния на единицу площади, а также по числу стеблей люцерна превосходит сорта донника. 78,5–71,3 шт/м<sup>2</sup> против 71,5–68 шт/м<sup>2</sup>, а также при явном преимуществе и по числу стеблей – 746–714 против 685–644 шт/м<sup>2</sup> соответственно. Сорт белого донника Аркас как раннеспелый по этим же показателям превосходит сорт Сарайчик.

Высота растений является одним из показателей, характеризующих состояние посевов и напрямую влияющих на продуктивность кормовой массы многолетних трав.

Максимальная высота растений в наших опытах отмечалась в фазе ветвления.

Кормовые культуры были убраны на зеленую массу и сено в фазе ветвления. Люцерна первого года жизни обеспечила два укоса. У сортов донника в первый год жизни был один-единственный укос, так как в первый год жизни вегетационный период донника заканчивается в фазе ветвления.

Урожайность зеленой массы многолетних трав коррелирует с высотой их роста – чем выше растение, тем больше продуктивность их надземной массы. Несмотря на меньшую густоту стояния растений и стеблей на единицу площади за счет высокого роста урожайность зеленой массы и сена донника оказались выше, чем у люцерны. При этом донник первого года жизни обеспечивал продуктивность с одного укоса больше, чем люцерна (107–126 ц/га против 106 ц/га у люцерны). Выход сена у донника больше 0,29–0,30%, чем у люцерны 0,20%.

Таблица 4

Высота растений и продуктивность культур (среднее значение)

№ п/п	Варианты опыта	Высота, см		Продуктивность зеленой массы /сена, ц/га		
		I укос	II укос	I укос	II укос	В сумме
1	Люцерна, сорт Семиреченская местная	60	54	106/21,6	84/14,7	190/36,3
2	Донник белый, сорт Аркас	75	–	126/36,3	–	126/36,3
3	Донник зубчатый, сорт Сарайчик	70	–	107/27,9	–	107/27,9

Таблица 5

Химические показатели многолетних трав первого года жизни

Кормовые культуры	Азот, %	Сырой протеин, %	Фосфор, %	Зола, %	Кальций, %	Калий, %	Клетчатка, %	Жир, %	БЭВ, %	Каротин, мг/кг	Обменная энергия, МДж/кг	Кормовая единица, ед/кг
Люцерна, сорт Семиреченская местная	2,3	15,5	2,3	8,9	1,3	2,23	26,44	2,2	30,5	30,2	5,56	0,49
Донник белый, сорт Аркас	2,5	15,62	0,23	6,72	1,9	4,2	20,48	1,48	25,34	32,63	8,73	0,62
Донник зубчатый, сорт Сарайчик	3,2	20,0	0,17	8,94	1,8	3,0	20,14	1,96	23,93	24,6	9,09	0,66

Был определен химический состав и питательность кормов многолетних трав (табл. 5).

Результаты анализа химического состава и питательности сортов донника показали следующее. По химическому составу по некоторым показателям люцерна превышает донник, но по питательности она уступает доннику.

Потребность животных в каротине в зимний период удовлетворяют в первую очередь путем скармливания кормов, содержащих повышенное количество каротина: сено, сенаж, травяная и хвойная мука, высококачественный травяной силос, морковь. По данным химического анализа содержание каротина было выше у сорта донника Аркас (32,63 мг/кг) по сравнению с сортом

люцерны (30,2 мг/кг) и сортом донника Сарайчик (24,6 мг/кг).

Как недостаток ее, так и избыток сырой клетчатки вредно влияет на пищеварение. У сортов донника содержание клетчатки ниже, чем у люцерны, 20,14–20,48 против 26,44 %.

По показателю обменной энергии корма донник зубчатый – 9,09 МДж/кг и донник белый – 8,73 МДж/кг, превосходили люцерну (5,56 МДж/кг). Наилучшие показатели по кормовой единице выявлены у сорта донника 0,62–0,66 ед/кг.

Проведены анализы на содержание легкорастворимых солей в почве до и после проведения опыта. Результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты содержания легкорастворимых солей в почве опытного участка

№ разреза	Наименование проб	Глубина взятия образца, в см	Сухой остаток, %	мг-экв. на 100 г. почвы/%						
				HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
1	Фоновый (весна)	0-30	0,285	0,024	–	0,139	$\frac{0,3}{0,011}$	0,025	0,04	0,046
2	Люцерна, сорт Семиреченская местная (осень)		1,096	0,035	–	0,536	$\frac{1,87}{0,051}$	0,085	0,036	0,049
3	Донник белый, сорт Аркас (осень)		1,105	0,038	–	0,524	$\frac{1,63}{0,044}$	0,079	0,031	0,050
4	Донник зубчатый, сорт Сарайчик (осень)		1,089	0,047	–	0,498	$\frac{1,49}{0,038}$	0,080	0,031	0,049

Результаты проведенного анализа показали, что содержание солей в почве опытного участка по сравнению с весенним намного выше. Так, до закладки опыта содержание сухого остатка в почве составило 0,285%, к осени этот показатель повысился до 1,089–1,105%. При возделывании риса произошло вымывание солей, так как рис 90 дней вегетационного периода выращивается в воде. После возделывания риса повышается уровень грунтовых вод и активизируется процесс засоления. По степени засоления почва опытного участка относится к сульфатным и хлоридно-сульфатным, по классификации относится к группе средnezасоленных почв.

#### Заключение

Таким образом, были изучены солевосливість и питательная ценность новых сортов донника белого Аркас и зубчатого Сарайчик при выращивании в условиях рисового севооборота Казахстанского Приаралья. По результатам исследований первые всходы взошли через 12–16 суток после посева. Полевая всхожесть люцерны 33%, при этом перед уборкой количество растений составило 78,5 шт/м<sup>2</sup>. Эти показатели были меньше у сортов донника Аркас 71,5 шт/м<sup>2</sup> – 30%, Сарайчик 68 шт/м<sup>2</sup> – 29%. В первый год жизни у люцерны было два укоса, у донника был один-единственный укос, так как в первый год жизни вегетационный период донника, как выше указывалось, заканчивается в фазе ветвления. По количеству рас-

тений и стеблей люцерны опережает донник (люцерна 78,5–71,3 шт/м<sup>2</sup>, а у сортов донника – 71,5–68, по числу стеблей – 746–714 против 685–644 шт/м<sup>2</sup>).

В первый год жизни у сортов донника темпы роста и развития медленные, но несмотря на низкие показатели за один укос по сравнению с люцерной (10,6/2,16 т/га) донник обеспечил высокий урожай 10,7–12,6 т/га зеленой массы и сено 2,79–3,63 т/га. Это объясняется тем, что полученные сорта отличаются от других сортов донника крупностью листьев, ветвистостью стеблей и высокой облиственностью. После возделывания риса повышается уровень грунтовых вод и активизируется процесс засоления. Отмечается переход слабозасоленных почв в почвы со средней степенью засоления. По проведенным исследованиям при глубине пахотного слоя содержание сухого остатка в водной вытяжке почв под донником сорта Сарайчик меньше, чем под донником сорта Аркас и люцерны. У донника сорта Сарайчик есть преимущество, он использует соли из грунтовых вод для роста и развития.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом, изучаемые сорта донника Аркас и Сарайчик показали высокую степень адаптированности к почвенно-климатическим условиям, а также являются перспективной культурой для ведения рисового севооборота засоленных земель Кызылординской области Казахстана Приаралья.

**Список литературы**

1. Ткачева М.С., Досеева О.А. К вопросу солеустойчивости риса // Электронный научный журнал КубГАУ. 2015. № 105 (01) [Электронный ресурс]. URL: <https://kubsau.ru/science/scientific-journals/> (дата обращения: 20.10.2018).
2. Марс А.М. Приемы повышения плодородия солонцеватых почв и солонцов: автореф. дис. ... докт с/х наук. Саратов, 2010. 39 с.
3. Абикенова С.М. Исследование и решение водохозяйственных проблем Приаралья: дис. ... докт. фил. наук. Алматы, 2014. 96 с.
4. Мамонов А.Н. Агроэкологическое обоснование комплексного подхода к использованию растительных ресурсов в условиях Левобережья Саратовской области: дис. ... канд. с/х наук. Саратов, 2011. 141 с.
5. Мухамбетов Б. Научные основы подбора кормовых культур и технологии их возделывания на засоленных землях Прикаспийской низменности: автореф. дис. ... докт. с/х наук. Алматы, 2010. 245 с.
6. Андрусова Г.М. Селекционная оценка образцов коллекции донника в условиях Восточного Забайкалья: дис. ... канд. с/х наук, 2005. 145 с.
7. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб. М.: Стандартинформ, 2008. 7 с.

УДК 633:635.654:631.52(470.341)

## ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Пономарева С.В.

*Нижегородский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Нижний Новгород, e-mail: nnovniish@rambler.ru*

В статье приведены результаты исследования конкурсного сортоиспытания сортообразцов полевого и зернового гороха. Основной целью работы является создание адаптивных к местным почвенно-климатическим условиям сортов гороха, обеспечивающих стабильное получение высоких урожаев в условиях Нижегородской области. Математическую обработку данных проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко. Рассчитаны коэффициент линейной регрессии ( $b_j$ ), характеризующий экологическую пластичность, среднее отклонение от линии регрессии ( $S_j^2$ ), определяющее стабильность сорта. Также определены стрессоустойчивость и генетическая гибкость сорта в конкретных условиях произрастания. Метеорологические условия в годы исследований носили разнообразный характер, что позволило дать всестороннюю оценку изучаемым сортам. Индекс условий среды ( $I_j$ ) по годам у пелюшек изменялся от  $-0,54$  до  $+0,37$ , в зерновых от  $-0,87$  до  $+0,62$ . Среди изучаемых сортообразцов гороха наибольшей реакцией на улучшение агроклиматических условий выращивания и высокой стабильностью обладали сортообразцы интенсивного типа среди пелюшек: Е-661, Светоч, Красивый ( $b_j = 1,25-1,20$ ;  $S_j^2 = 0,8-0,03$ ), среди зерновых Эсо ( $b_j = 1,45$ ;  $S_j^2 = 0$ ). Были установлены сорта с высокой устойчивостью к стрессу и генетической гибкостью среди полевого гороха Красивый, Светоч (1,90; 2,32), зернового – Готик, Ангела и Стабил (1,85–1,86). Следует отметить, что новые сорта Красивый и Светоч, полученные в ходе совместной селекционной работы Нижегородским НИИСХ и Фаленской селекционной станцией, подтвердили свою адаптивность к местным условиям возделывания.

**Ключевые слова:** горох, пелюшка, зерновой, индекс условий среды, коэффициент регрессии, экологическая стабильность, экологическая пластичность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость

## ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY, ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF PEAS GENOTYPES IN THE CONDITIONS OF NIZHNY NOVGOROD REGION

Ponomareva S.V.

*Nizhny Novgorod Research Agricultural Institute – Branch of the FARC North-East, Nizhny Novgorod, e-mail: nnovniish@rambler.ru*

The article presents the results of the study of competitive variety testing of genotypes of sowing peas and grain peas. The main purpose of the research is to create adaptive to local soil and climatic conditions pea varieties that provide stable high yields in the Nizhny Novgorod region. Mathematical processing of data was performed by the method of S.A. Eberhart, W.A. Russell in the presentation of V.Z. Pakudina. Varieties resistance to stress and the average yield in contrasting environments determined by the equation of A.A. Rossille, J. Hamblin in the presentation A.A. Goncharenko. The linear regression coefficient ( $b_j$ ) characterizing ecological plasticity, the average deviation from the regression line ( $S_j^2$ ) determining the stability of the variety are calculated. Stress resistance and genetic flexibility of the variety in specific growing conditions are also determined. Meteorological conditions in the years of research were diverse, which allowed to give a comprehensive evaluation of the studied varieties. Index of environmental conditions ( $I_j$ ) by year for sowing beans changed from  $-0,54$  to  $+0,37$ , for grain peas – from  $-0,87$  to  $+0,62$ . Among the studied genotypes of peas the greatest reaction to the improvement of agroclimatic conditions of cultivation and high stability possessed genotypes of intensive type among sowing peas: E-661, Svetoch, Krasivy ( $b_j = 1,25-1,20$ ;  $S_j^2 = 0,8-0,03$ ), among grain peas – Eso ( $b_j = 1,45$ ;  $S_j^2 = 0$ ). Varieties with high resistance to stress and genetic flexibility were established among the sowing peas Krasivy, Svetoch (1,90; 2,32), grain peas Gothic, Angela and Stabil (1,85-1,86). It should be noted that the new varieties of peas Krasivy and Svetoch, received in the course of joint breeding work of Nizhny Novgorod Research Institute and Falenskoe breeding station, confirmed their adaptability to local conditions of cultivation.

**Keywords:** peas, sowing peas, grain, index of environmental conditions, regression coefficient, ecological stability, ecological plasticity, stress resistance, genetic flexibility

Сортовой потенциал сельскохозяйственных культур является одним из главных факторов эффективного функционирования отрасли растениеводства. Развитие отечественной селекции в современных условиях является одной из главных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом [1, с. 3]. Важное продовольственное и кормо-

вое значение имеют зернобобовые культуры, одинаково необходимые в любых природно-экономических условиях. Из них наибольшее распространение получил горох. Ценность этой культуры определяется не только высоким содержанием белка в семенах и зеленой массе, но и высокой сбалансированностью аминокислотного состава [2, с. 21–22].

Современные сорта гороха имеют достаточно высокий потенциал продуктивности, реализация которого сдерживается из-за чувствительности к неблагоприятным факторам среды. Поэтому дальнейшее селекционное улучшение культивируемых сортов гороха приобретает стратегически важное значение [3, с. 23].

В свете современных тенденций селекционной работы существенная роль при создании новых генотипов гороха должна отводиться оценке параметров экологической пластичности и стабильности сорта, что дает представление об его отзывчивости на улучшение или ухудшение условий возделывания. При этом под экологической пластичностью понимают среднюю реакцию сорта на изменение условий среды, а под стабильностью – отклонение эмпирических данных в каждом условии среды от этой средней реакции. При оценке сортов акцент целесообразно сделать на стабильности урожая при среднем его уровне с учетом реальных производственных условий [4, с. 109–111; 5, с. 42–43].

Цель исследования: изучить различные сорта гороха на экологическую пластичность и стабильность и выявить наиболее адаптивные к условиям возделывания в Нижегородской области.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2016–2018 гг. на опытном поле Нижегородского НИИСХ в конкурсном сортоиспытании сортообразцов гороха. В питомнике изучали 7 сортообразцов полевого гороха и 7 сортов зернового отечественной и зарубежной селекции (табл. 1).

Фенологические наблюдения, посев, уборка, учеты осуществлялись по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова с использованием компьютерной программы «Microsoft Office Excel 2007».

Показатели экологической стабильности и пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина [4]. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по уравнению A.A. Ros-sille, J. Hamblin, цит. по А.А. Гончаренко [6].

Предшественники – озимые зерновые, крупяные культуры. Почвы средней степени окультуренно-

сти светло-серые лесные. Посев проводили сеялкой ССФК-7, учетная площадь делянок составила 10 м<sup>2</sup>, расположение рендомизированное, в четырехкратной повторности. За стандарт для семян белоцветкового гороха был принят сорт Красноуфимский –93; для окрашенноцветкового гороха – Рябчик. Данные погодных условий исследуемого периода расчета взяты с сайта и из бюллетеней метеостанции Ройка.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В годы исследований сложились неодинаковые условия для развития растений гороха (табл. 2). Следует отметить, что наиболее благоприятные условия для произрастания сортов и линий гороха складываются при положительном значении индекса среды и менее благоприятные – при отрицательном [4, с. 111]. На основе проведенного анализа индексов среды необходимо констатировать, что лучшие условия для формирования урожая гороха, независимо от разновидности культуры, сложились в 2016 и 2017 гг.  $I_y$  у окрашенноцветковых сортов, составил 0,37; 0,19, у белоцветковых – 0,62; 0,26. Худшим стал 2018 г. – индекс условий среды отрицательный (–0,54 и –0,87 соответственно).

Показатели экологической пластичности и стабильности урожайности в первую очередь позволяют судить об адаптивности сортов к конкретным условиям года и места выращивания. Пластичность сортов оценивается по коэффициенту регрессии ( $b_i$ ), а стабильность – по дисперсии стабильности признака ( $S_i^2$ ).

В том случае если коэффициент регрессии значительно выше единицы, то сорта необходимо относить к интенсивному типу, которые характеризуются высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания, а в неблагоприятные по погодным условиям годы резко снижают урожайность. При коэффициенте регрессии, равном или близком к единице (высокая экологическая пластичность), принято считать, что сорт не отзывчив на изменение среды. К нейтральному типу (с низкой экологической пластичностью) относят сорта с коэффициентом регрессии меньше единицы [4, с. 110].

Таблица 1

#### Происхождение сортообразцов

Сортообразец	Происхождение
Рябчик, Северянин, Фаленский усагый	Фаленская селекционная станция
Красивый, Светоч, Е-631, Е-661, 717/03, Новатор	Нижегородский НИИСХ, Фаленская селекционная станция
Красноуфимский-93	Красноуфимская селекционная станция
Стабил, Ангела, Готик, Эсо	Австрия

Таблица 2

Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов образцов гороха за 2016–2018 гг.

Сортообразец	Урожайность семян, т/га			$\sum X_i$	$X_i$	$b_i$	$S_i^2$
	2016 г.	2017 г.	2018 г.				
<i>окрашенноцветковые (пелюшки)</i>							
Рябчик ст.	2,40	1,78	1,28	5,46	1,82	1,15	0,11
Красивый	2,47	1,96	1,32	5,75	1,92	1,20	0,05
Светоч	2,65	2,89	1,75	7,29	2,43	1,23	0,08
Е-631	2,25	1,92	1,25	5,42	1,81	1,11	0,01
Е-661	2,05	2,08	1,05	5,18	1,73	1,25	0,03
717/03	2,05	2,40	1,28	5,73	1,91	0,94	0,51
Новатор	1,78	1,44	1,38	4,60	1,53	0,40	0,05
$\sum X_j$	15,65	14,43	9,31	$\sum_i \sum_j X_{ij} = 39,39$			
$X_j$	2,24	2,06	1,33				
$I_j$	0,37	0,19	-0,54				
<i>белоцветковые (зерновые)</i>							
Красноуфимский 93 ст.	2,42	1,97	1,00	5,39	1,80	0,94	0,01
Стабил	2,62	2,37	1,10	6,09	2,03	1,05	0,01
Ангела	2,58	2,28	1,13	5,99	2,00	0,0	1,18
Готик	2,65	1,99	1,05	5,69	1,90	1,03	0,04
Эсо	2,75	2,21	0,60	5,56	1,85	1,45	0,0
Фаленский усатый	1,75	2,01	0,83	4,59	1,53	0,72	0,13
Северянин	2,03	1,46	0,65	4,14	1,38	0,90	0,03
$\sum X_j$	16,8	14,29	6,36	$\sum_i \sum_j X_{ij} = 37,45$			
$X_j$	2,40	2,04	0,91				
$I_j$	0,62	0,26	-0,87				

Анализируя данные, представленные в табл. 2, можно констатировать, что лучшей реакцией на изменение агроклиматических условий возделывания обладали сортообразцы интенсивного типа среди пелюшек: Е-661, Светоч, Красивый, Рябчик, Е-631 ( $b_j = 1,25-1,11$ ), среди зерновых Эсо ( $b_i = 1,45$ ).

У полевого сорта гороха Новатор отмечены самые низкие показатели пластичности ( $b = 0,40$ ), и посевного – Фаленский усатый ( $b_i = 0,72$ ). К нейтральным сортам, слабо реагирующим на изменение среды подходит зерновой сорт Ангела с коэффициентом регрессии равным 0. В остальных случаях показатель нормы реакции ( $b_j$ ) был близок к единице, что указывает на прямую зависимость урожайности от погодных условий.

Отклонение фактических урожаев от теоретических, рассчитанных на основе средней урожайности и индекса среды, показывает мера стабильности сорта ( $S_i^2$ ). Стабильность сорта тем выше, чем меньше отклонение [4, с. 110]. Самый низкий показатель  $S_i^2$  среди сортообразцов по-

левого гороха Е-631, Е-661, Красивый, Новатор, Светоч (0,01–0,08). Среди зерновых сортов по этому показателю выделились Эсо, Красноуфимский 93, Стабил, Северянин и Готик (0,0–0,04). Самое высокое отклонение показали нестабильные окрашенноцветковые сорта Рябчик и 717/03 (0,11; 0,51), а также белоцветковые Фаленский усатый и Ангела (1,13; 1,18). О большей стабильности сорта свидетельствует уменьшение дисперсии стабильности признака  $S_i^2$ , что является не признаком его интенсивности, а фактором лучшей приспособленности сорта к ухудшению условий произрастания. Следует отметить, рост пластичности сорта может способствовать снижению его стабильности (табл. 2).

Совокупность свойств, определяющих его пригодность для возделывания в определенной местности, является отличительной особенностью любого сорта. Потому не существует сортов, которые могли бы с одинаковым успехом выращиваться во всех природных зонах и экологических условиях [7, с. 81].

Таблица 3

Стрессоустойчивость, генетическая гибкость сортообразцов гороха за 2016–2018 гг.

Сортообразец	Урожайность, т/га		$\sigma$	$Y_2 - Y_1$	$(Y_2 + Y_1) / 2$
	max ( $Y_1$ )	min ( $Y_2$ )			
<i>окрашенноцветковые (пелюшки)</i>					
Рябчик – ст.	2,40	1,28	0,56	-1,12	1,84
Красивый	2,47	1,32	0,57	-1,15	1,90
Светоч	2,89	1,75	0,61	-1,14	2,32
Е-631	2,25	1,25	0,51	-1,00	1,75
Е-661	2,08	1,05	0,59	-1,03	1,56
717/03	2,40	1,28	0,57	-1,12	1,84
Новатор	1,78	1,38	0,22	-0,40	1,58
<i>белоцветковые (зерновые)</i>					
Красноуфимский 93 – ст.	2,42	1,00	0,73	-1,42	1,71
Стабил	2,62	1,10	0,82	-1,52	1,86
Ангела	2,58	1,13	0,77	-1,45	1,85
Готик	2,65	1,05	0,80	-1,60	1,85
Эсо	2,75	0,60	1,20	-2,15	1,67
Фаленский усатый	2,01	0,83	0,62	-1,18	1,42
Северянин	2,03	0,65	0,69	-1,38	1,34

В условиях Нижегородской области – зоны «рискованного земледелия» – важно подобрать стрессоустойчивые сорта гороха. Этот параметр определяется разностью  $Y_2 - Y_1$  и показывает уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания, имеет отрицательный знак. Следует отметить, что стрессоустойчивость сорта тем выше и тем шире диапазон его приспособительных возможностей, чем меньше разрыв между максимальной и минимальной урожайностями. На основании проведенных исследований было установлено, что наибольшей стрессоустойчивостью по опыту обладали пелюшки, показатель от -0,40 до -1,15. У зерновых сортов значение параметра варьирует от -1,18 до -2,15 (табл. 3).

Генетическую гибкость сорта характеризует величина  $(Y_2 + Y_1) / 2$ , которая отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях. Чем выше данный показатель, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды.

Нашими исследованиями были установлены сорта с высокой генетической гибкостью среди полевого гороха Красивый, Светоч (1,90; 2,32), зернового Готик,

Ангела и Стабил (1,85–1,86) (табл. 3). Следует отметить, что новые сорта Красивый и Светоч, полученные в ходе совместной селекционной работы Нижегородским НИИСХ и Фаленской селекционной станцией, подтвердили свою адаптивность к местным условиям возделывания.

#### Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что индивидуальная реакция сортов на условия окружающей среды различна. Виды и сорта гороха должны обладать климатической и экологической приспособленностью, устойчивостью к комплексу абиотического и биотического стресса в определенных природных зонах.

Опытом определено, что сорта полевого гороха обладают высокой устойчивостью к стрессу в отличие от зерновых.

Новые сорта пелюшек Красивый и Светоч, созданные селекционерами Нижегородского НИИСХ и Фаленской селекционной станции, подтвердили свою высокую адаптивность к условиям Нижегородской области.

Выделен наиболее ценный селекционный материал Е-631 с высокой пластичностью и экологической стабильностью для дальнейшего испытания.

**Список литературы**

1. Чекмарев П.А. Стратегия развития селекции и семеноводства в России // Земледелие. 2011. № 6. С. 3–5.
2. Зеленев А.Н., Шелепина Н.В., Мамаева Н.В. Особенности аминокислотного состава белка листовых мутантов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 1. С. 21–25.
3. Пономарева С.В. Изучение исходного материала коллекции гороха в условиях Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 2. С. 23–28.
4. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
5. Белявская Л.Г., Белявский Ю.В., Диянова А.А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 4. С. 42–48.
6. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 5. С. 49–53.
7. Дьяков А.Б., Трунова М.В. Взаимосвязь между параметрами стабильности и адаптивности сортов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. Вып. 1. С. 80–86.

УДК 633.63

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ КН-2 (АКПИНОЛ-АЛЬФА) НА УРОЖАЙ И САХАРИСТОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

<sup>1</sup>Тайчибеков А.У., <sup>2</sup>Ержанов К.Б., <sup>1</sup>Абдраков Б.К., <sup>1</sup>Бейсембаев М.К., <sup>1</sup>Ералиев С.С.

<sup>1</sup>РГП на ПХВ Таразский государственный педагогический университет,

Тараз, e-mail: tch\_a\_42@inbox.ru;

<sup>2</sup>АО «Институт химических наук имени А.Б. Бектурова», Алматы

Результаты исследования показали, что особенностью действия стимулятора роста растений КН-2 (акпинол-альфа) являются проявления стимулирования всхожести, роста корней, листовой поверхности и продуктивности сахарной свеклы при очень низких концентрациях препарата. Применение стимулятора роста растений КН-2 на фоне общих агротехнических приемов при обработке семян перед посевом плюс дополнительно при опрыскивании посевов в начале вегетации, а также раздельно при опрыскивании в начале вегетации препаратом на посевах сахарной свеклы позволило повысить продуктивность культуры от 11,3 до 78,3%, сахаристость на 1,0%. При отдельной обработке 0,0001% раствором КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев, влияние ее на урожай и сахаристость сахарной свеклы не наблюдалось. Наибольший экономический эффект также наблюдается на вышеуказанных вариантах, где чистый доход и рентабельность получены на вариантах с предпосевной обработкой семян 0,001% раствором КН-2, плюс дополнительная обработка 0,0001% раствором КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев. Так, чистый доход составил соответственно 370,6 и 460,4 тыс. тенге с гектара и рентабельность составила соответственно 25,8 и 28,2%.

**Ключевые слова:** стимулятор роста растений, сахарная свекла, урожай, сахаристость, концентрация препарата, ширина междурядья

## EFFICIENCY OF PLANT GROWTH STIMULATOR KN-2 (AKPINOL-ALPHA) ON THE CROP AND SUGARITY OF SUGAR BEET

<sup>1</sup>Taychibekov A.U., <sup>2</sup>Erzhanov K.B., <sup>1</sup>Abdrakov B.K., <sup>1</sup>Beysembaev M.K., <sup>1</sup>Eraliev S.S.

<sup>1</sup>Taraz State Pedagogical University, Taraz, e-mail: tch\_a\_42@inbox.ru;

<sup>2</sup>Institute of Chemical Sciences named A.B. Bekturov, Almaty

The results of the study showed that the peculiarity of the KN-2 plant growth stimulant (akpinol-alpha) is a manifestation of stimulation of germination, root growth, leaf surface and productivity of sugar beet at very low concentrations of the drug. The use of plant growth stimulator KN-2 against the background of general agrotechnical methods for treating seeds before sowing, plus additionally when spraying crops at the beginning of the growing season, and also separately when spraying at the beginning of the growing season with the drug on sugar beet crops has increased the crop productivity from 11.3 to 78,3%, sugar content –1.0%. With a separate treatment of 0.0001% solution of KN-2 in vegetation in the phase of 3-4 pairs of true leaves, its effect on the yield and sugar content of sugar beet was not observed. The greatest economic effect is also observed on the above options, where net income and profitability are obtained on options with pre-sowing seed treatment with a 0.001% KN-2 solution + additional processing with a 0.0001% KN-2 solution in vegetation in the phase of 3-4 pairs of true leaves. Thus, net income amounted to 370.6 and 460.4 thousand tenge per hectare, respectively, and profitability was 25.8 and 28.2%, respectively.

**Keywords:** plant growth stimulator, sugar beet, crop, sugar content, drug concentration, inter-row width

Важным резервом повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции является применение регуляторов роста растений (РРР). В настоящее время под РРР растений следует понимать, что это экзогенные синтетические и природные органические соединения, которые влияют на жизненные процессы растений, не оказывая в используемых концентрациях токсического действия и не являясь источником питания [1].

Повышенный интерес ученых и практиков растениеводства к РРР не ослабевает с начала прошлого века.

Международная ассоциация ростовых веществ растений (IPGSA) раз в три года проводит международные научные конфе-

ренции по ростовым веществам растений, где ученые представляют результаты последних исследований и другую важную информацию. Первая такая конференция состоялась в 1937 г. в Париже [2].

В Казахстане научные основы синтеза и применения РРР были заложены член-корреспондентом И.Н. Азербайевым в Институте химических наук им. А.Б. Бектурова. В дальнейшем эти работы были развиты и успешно осуществляются профессором К.Б. Ержановым [3]. В результате теоретических и прикладных исследований созданы и внедрены в практику препараты акпинол и фоспинол. А.Т. Солдатенковым, Н.М. Колядиной, Ле Туан А. и другими [4–6] изучено, что регуляторы роста растений

в сочетании с минеральными удобрениями и гербицидами стимулируют рост и развитие растений, повышают их продуктивность, улучшают качество семян, увеличивают содержание биологических активных веществ в продукции. Данными Н.А. Альдекова [7] показана эффективность стимуляторов роста растений при совместном применении органо-минеральных удобрений и гербицида.

Основным эффектом применения КН-2 (акпинол-альфа) является прерывание покоя, активизация процесса плодообразования, повышение устойчивости к стрессам и болезням растений. Акпинол-альфа можно отнести к препарату комплексного действия, позволяющему еще более эффективно интенсифицировать производство сельскохозяйственной продукции.

Цель исследований: изучение действия стимулятора роста растений КН-2 (акпинол-альфа) на урожай и сахаристость сахарной свеклы возделываемой в условиях орошаемого земледелия АПК Жамбылской области.

Отсюда перед нами были поставлены следующие задачи:

- производственное испытание: предпосевная обработка семян сахарной свеклы гибрида «Авантаж» 0,001 % водным раствором КН-2 (полусухим методом);

- предпосевная обработка семян сахарной свеклы 0,001 % водным раствором КН-2 плюс дополнительное опрыскивание по вегетации 0,0001 % раствором КН-2 в фазе 3–4 пар настоящих листьев;

- отдельно опрыскивание по вегетации 0,0001 % раствором КН-2 в фазе 3–4 пар настоящих листьев.

Новизна и практическая значимость работы заключаются в том, что данная работа в Жамбылской области с культурой сахарной свеклы проводится впервые.

Почвы участка типичные для данного хозяйства и региона представлены лугово-сероземными обыкновенными с содержанием гумуса в верхнем горизонте – 2,33%, а в нижнем – 1,91%. Содержание соответственно легкоусвояемых подвижных элементов фосфора в верхнем горизонте составляло 1,95 и 1,46 мг/100 г почвы, обменного калия – 32,5–28,3 мг/100 г почвы.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Испытания по изучению влияния стимулятора роста растений КН-2 на урожай и сахаристость сахарной свеклы проводились 2017 г. на лугово-сероземных орошаемых землях ПК «Қызыл-Дихан қожалығы» Жамбылской области Казахстана.

Предшественники сахарной свеклы зерновые, которые были размещены после зяблевой вспашки. После уборки зерновых колосовых культур проводится предпахотный полив, затем дискование, дисковым лущильником на 8–10 см с целью подрезания корневых и пожнивных остатков и глубокой осенней вспашки. Предпосевная подготовка почвы состоит из внесения традиционных минеральных удобрений, боронования со шлифованием и выравниванием почвы. Регулятор роста растений КН-2 (акпинол-альфа) на сахарной свекле можно использовать как для предпосевной обработки семян, так и для обработки посевов по вегетации.

Обработку семян стимулятором роста растений проводили непосредственно перед посевом (максимум за 3 дня до посева). Фенологические наблюдения. Отмечают следующие фазы развития сахарной свеклы: появление всходов (когда появляется 10% растений), полные всходы (когда появляется 75% растений), появление первой и третьей пар настоящих листьев, смыкание листьев в рядах и междурядьях, размыкание листьев в междурядьях.

Густота всходов определяется после полного их появления на двухметровых отрезках рядка (222,2×0,45 см) в 10 местах по диагонали в двух повторениях опыта. В этих же точках ведутся наблюдения за динамикой появления всходов и густотой стояния растений перед уборкой.

Биологический урожай учитывается перед уборкой путем взятия растений в 4-х местах по диагонали путем взвешивания по каждому варианту всех корнеплодов с учетной площади.

Рост и развитие сахарной свеклы и, следовательно, накопление биомассы обуславливается условиями жизни, которые складываются по-разному в зависимости от предшественников, удобрений, периодов прохождения фаз развития, а также погодных условий и т.д.

Посев проведен 10 мая в течение одного дня. Единичные всходы наблюдаются на 3–4 день после посева. Полные всходы были получены к 18 мая.

По результатам фенологических наблюдений установлено, что вступление в фазу вегетации – появление всходов, 1-й, 2-й и 3-й пары настоящих листьев наступает на 2 и 3 дня раньше, на вариантах, где применялись стимуляторы роста растений, по сравнению с контрольным вариантом без обработки препаратом и на варианте, где провели обработку только по вегетации.

Наблюдения за ростом и развитием сахарной свеклы показали лучшее развитие

корневой и надземной части их на вариантах с обработкой стимулятором роста КН-2.

Формирование оптимальной густоты стояния растений на единице площади способствует получению максимального урожая сахарной свеклы.

Проведенными подсчетами установлено, что после полных всходов количество растений составляло в пределах от 7,0 до 9,0 шт. на 1 кв. метр площади в зависимости от изучаемых вариантов. Данная густота растений в пересчете на 1 га при междурядьях 45 см способствовала получению от 77,5 до 87,5 тыс. растений на 1 га, это позволяет сформировать оптимальную густоту насаждения (табл. 1).

Проведенными наблюдениями установлено, что густота насаждения растений после формирования по вариантам испытаний отличалась и варьировала в пределах от 55,0 до 72,5 тыс. растений на единице площади перед уборкой урожая.

Формирование наибольшей густоты растений на 27,3–31,8% больше по сравнению без обработки наблюдалось на вариантах предпосевной обработки семян сахарной свеклы 0,001% водным раствором КН-2 и плюс дополнительной обработки растений 0,0001% раствором КН-2 в фазе 3-4 пар настоящих листьев по вегетации.

Повреждение и выпад растений за время вегетации зависит от многих факторов, в основном механических, в результате проведения подкормки удобрениями и при рыхлении междурядий.

Выпад растений в зависимости от применения стимуляторов роста растений варьировал от 17,6 до 28,4%. Наименьший выпад растений к уборке составил на вариантах предпосевной обработки семян 0,001% водным раствором КН-2 – (17,6%). Наибольший выпад растений составил на

варианте без обработки – 28,4% и на варианте отдельной обработки 0,0001% раствором КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев – 28,1%.

Таким образом, применение стимуляторов роста растений способствует лучшему развитию сахарной свеклы, снижает выпад растений и тем самым способствует сохранению и увеличению густоты стояния растений.

Важнейшей задачей орошаемого земледелия является всемерное повышение плодородия почвы, увеличение урожайности и качественных показателей сельскохозяйственных культур, в том числе приоритетной культуры – сахарной свеклы в регионе.

Проведенные исследования показывают: сахарная свекла, которая по значимости занимает лидирующее место в области, благодаря использованию предлагаемого нами инновационного проекта, наряду с другими методами применения отечественного высокоэффективного стимулятора роста растений является наиболее перспективным способом повышения урожайности и ее качества в условиях орошаемого земледелия Жамбылской области.

Оптимальные величины массы корнеплодов определяют урожайность культуры. Так, масса одного корнеплода варьировала от 620 до 900 г в зависимости от применения предпосевной обработки семян и в начальной фазе вегетации сахарной свеклы раствором КН-2. Наибольшее накопление массы корнеплодов отмечено на вариантах применения предпосевной обработки семян 0,001% водным раствором КН-2 и предпосевной обработки семян 0,001% раствором КН-2 + дополнительная обработка 0,0001% раствором КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев.

**Таблица 1**

Густота сахарной свеклы после полных всходов и перед уборкой сахарной свеклы, 2017 г.

№ п/п	Варианты	После всходов		После формирования	
		Число растений, (на 1 м <sup>2</sup> )	Густота растений, тыс. шт/га	Число растений, (на 1 м <sup>2</sup> )	Густота растений, тыс. шт/га
1	Без обработки	7,75	77,5	5,5	55,0
2	Предпосев. обр-ка семян 0,001% водным р-ром КН-2	8,50	85,0	7,0	70,0
3	Предпосев. обр-ка семян 0,001% р-ром КН-2 + доп. обр-ка 0,0001% р-ром КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар наст. листьев	8,75	87,5	7,2	72,5
4	Отдельно обр-ка 0,0001% р-ром КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар наст. листьев	8,00	80,0	5,7	57,5

Таблица 2

Продуктивность сахарной свеклы и сбор сахара  
в зависимости от применения стимуляторов роста растений

№ п/п	Варианты	Густота насаждения, тыс. шт/га	Масса корнеплода, гр	Урожай, т/га.	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га.	Прибавка по			
							корнеплоду		сбору сахара	
							т/га	%	т/га	%
1	Без обработки	55,0	547	35,5	16,2	5,7				
2	Предпосев. обр-ка семян 0,001% водным р-ром КН-2	70,0	817	57,2	17,2	9,8	21,7	61,1	4,1	71,9
3	Предпосев. обр-ка семян 0,001% р-ром КН-2 + доп. обр-ка 0,0001% р-ром КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар наст. листьев	72,5	873	63,3	17,2	10,9	27,8	78,3	5,2	91,2
4	Обр-ка 0,0001% р-ром КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар наст. листьев	57,5	586	39,5	16,0	6,3	4,0	11,3	0,6	1,0
	НСР 05, ц/га			23,6						
	V, %			3,1						

Так, масса корнеплода на указанных вариантах составила соответственно 790–850 и 850–900 и 981 г, что на 170–230 и 230–250 г больше, чем по сравнению с контрольным вариантом (табл. 2).

На варианте отдельной обработки, путем опрыскивания 0,0001% раствором КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев, увеличение массы корнеплодов отмечается незначительно и составляет на 20–50 г больше контрольного варианта.

Увеличение массы корнеплодов способствовало повышению урожая сахарной свеклы и сбору сахара с единицы площади.

Результатами исследований установлено, что максимальная урожайность сахарной свеклы и сбор сахара отмечается отдельно на вариантах предпосевной обработки семян 0,001% раствором КН-2 + дополнительная обработка 0,0001% раствором КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев.

Так, прибавка урожая в среднем варьировала от 21,7; 27,8 до 4,0 т/га, что соответственно: на 61,1; 78,3 и 11,3% больше, чем по сравнению с контрольным вариантом, и сбор сахара с единицы площади от 4,1; 5,2 до 0,6 т/га, что на 71,9; 91,2 и 10,5% больше контрольного варианта.

Такая же закономерность действия стимулятора роста КН-2 на урожай сахарной свеклы наблюдалась при сплошной уборке свеклы свеклокомбайном.

Так, прибавка урожая в среднем варьировала от 13,4; 16,1 до 5,6 т/га, что соответственно на 56,8; 68,2 и 18,2% больше, чем по сравнению с контрольным вариантом, и сбор сахара с единицы площади от 2,5; 3,0 до 0,8 т/га, что на 56,8; 68,2 и 18,2% больше контрольного варианта. При этом на вариантах с предпосевной обработкой семян 0,001% р-ром КН-2 и дополнительно с обработкой 0,0001% р-ром КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев сахаристость корнеплодов повысилась на 1,0%.

Нами были определены прямые затраты с учетом проведения отдельных видов работ, связанных с технологической картой возделывания сахарной свеклы и затрат на приобретение и внесение удобрений с целью определения себестоимости продукции, чистого дохода и рентабельности производства.

Расчеты, полученные, от валового дохода, рассчитали по заводскому выходу сахара

Наибольшая чистая прибыль и рентабельность получена от предпосевной обработки семян раствором 0,001% КН-2 и варианта дополнительной обработки 0,0001% раствором КН-2 по вегетации в фазе 3–4 пар настоящих листьев, которая составила соответственно: 370,6 тыс. тенге; 25,8% и 460,4 тыс. тенге; 28,2%.

### Заключение

В результате испытаний можно сделать выводы: применение регулятора роста рас-

тений способствует лучшему развитию сахарной свеклы и формированию наибольшей густоты растений на 27,3–31,8%, больше наблюдалось на вариантах предпосевной обработки семян сахарной свеклы 0,001% водным раствором КН-2 и плюс дополнительной обработки растений 0,0001% раствором КН-2 в фазе 3–4 пар настоящих листьев по вегетации, чем по сравнению с вариантом без обработки.

Также наибольшая и достоверная прибавка урожая наблюдалась на вышеуказанных вариантах и в среднем варьировала от 21,7; 27,8 т/га, что соответственно на 61,1; 78,3% больше и сахаристость корнеплодов повысилась на 1,0%, чем по сравнению с контрольным вариантом без обработки.

#### Список литературы

1. Пономаренко С.П. Регуляторы роста растений. Киев, 2003. 319 с.
2. Тараканов И.Г. Фундаментальные и прикладные исследования регуляторов роста: по материалам XX Международной конференции по ростовым веществам растений // Гавриш. 2011. № 1. С. 48–51.
3. Ержанов К.Б., Визер С.А., Сычева Е.С. Создание инновационных регуляторов роста растений широкого спектра действия. Алматы, 2017. 157 с.
4. Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Ле Туан А. Пестициды и регуляторы роста. Прикладная органическая химия. Бином. М.: Лаборатория знаний, 2010. 224 с.
5. Соловьев С.В., Гераськин А.И. Влияние регуляторов роста растений на урожайность сахарной свеклы // Агрохимия. 2012. № 4. С. 43–50.
6. Лазарев В.И., Титов В.Н., Горобец Ж.А. Эффективность регуляторов роста и биоудобрений при совместном применении с гербицидами // Сахарная свекла. 2007. № 7. С. 15–16.
7. Альдеков Н.А. Совместное применение органо-минеральных удобрений, гербицида и стимулятора роста // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2014. № 1. С. 16–19.

УДК 331.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ  
ТРАНСНАЦИОНАЛЬНОЙ КОРПОРАЦИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ООО «РОБЕРТ БОШ»)**

**Исаева М.П.**

*Финансовый университет, Москва, e-mail: isaeva.maria2010@yandex.ru*

Данная статья является продолжением авторских работ, посвященных роли организационной культуры в современной бизнес-среде. Современные условия развития мировой экономики предопределяют тенденции управления персоналом в транснациональных компаниях, особенности развития организационной культуры. Организационная культура компании является единым социально-экономическим пространством экономического субъекта, в рамках которого осуществляется взаимодействие сотрудников согласно целям, идеям, ценностям трудовой деятельности. Установлено, что организационная культура напрямую влияет на персонал, поскольку включает в себя формирование его поведения. Вместе они являются неотъемлемой частью современной компании, приобретая функциональную направленность, которая определяет совпадение ценностей и целей работников и качественное улучшение деятельности предприятия. Кроме того, организационная культура влияет на работоспособность коллектива, определяет отношение сотрудников к деятельности, коллегам, клиентам, руководству, также сказывается на коммуникациях внешней и внутренней среды, принимаемых решениях, в других аспектах, влияющих на успешность и эффективность функционирования любой компании. В статье проведено исследование организационной культуры российского филиала транснациональной компании: на основе анкетирования сотрудников определен тип организационной культуры и проведена оценка уровня культуры компании. Выявлены недостатки культуры и с целью повышения эффективности управления персоналом предложены рекомендации по совершенствованию организационной культуры.

**Ключевые слова:** организационная культура, транснациональная корпорация, персонал, система управления персоналом, кадровая политика

**RESEARCH OF ORGANIZATIONAL CULTURE OF TRANSNATIONAL  
CORPORATION (ON THE EXAMPLE OF ROBERT BOSH LLC)**

**Isaeva M.P.**

*Financial University, Moscow, e-mail: isaeva.maria2010@yandex.ru*

This article is a continuation of the author's work on the role of organizational culture in the modern business environment. Modern conditions of the world economy development predetermine the tendencies of personnel management in multinational companies, peculiarities of organizational culture development. The organizational culture of a company is a single socio-economic space of an economic entity, within which employees interact according to the goals, ideas, and values of work. It is established that the organizational culture directly affects the staff, because it includes the formation of its behavior. Together they are an integral part of a modern company, acquiring a functional orientation, which determines the coincidence of values and goals of employees and a qualitative improvement in the activities of the enterprise. In addition, the organizational culture affects the working capacity of the team, determines the attitude of employees to activities, colleagues, clients, management, also affects the external and internal communication, decisions made in other aspects that affect the success and effectiveness of any company. The article conducted a study of the organizational culture of the Russian branch of a transnational company: the type of organizational culture was determined on the basis of a questionnaire survey of employees and an assessment was made of the level of the company's culture. Identified the shortcomings of culture and in order to improve the efficiency of personnel management, recommendations for improving the organizational culture are offered.

**Keywords:** organizational culture, transnational corporation, personnel, personnel management system, personnel policy

Интеграционные процессы экономики России в глобальные хозяйственные связи предполагают формирование и развитие на внутреннем рынке страны транснациональных корпораций (ТНК), которые испытывают определенные трудности при внедрении своего опыта управления персоналом в российских филиалах.

На сегодняшний день наблюдается возрастание интереса к организационной культуре компаний, что обусловлено важностью организационной культуры при решении определенных проблем и эффективностью деятельности [1].

В существующих кризисных явлениях в экономике, современным компаниям

необходима новая идеология управления, новые связи и отношения с внешней и внутренней средой, то есть эффективная организационная культура, основанная на базовых ценностях и представлениях, формальных и неформальных нормах и правилах жизнедеятельности, системе обычаев и традиций, которые выполняют все члены компании и позволяют направлять поведение персонала, ориентируя каждого сотрудника в существующей среде и процессе труда, а также позволяющие объединить все элементы компании в единый функционирующий объект [2].

Актуальность темы исследования обусловлена важностью ясного и четкого

понимания организационной культуры в компании, этапов ее формирования и развития, а также определения типа культуры для дальнейшего принятия решений о необходимости ее преобразований. Руководство компаний, ставящее перед собой цель успешного конкурентирования на рынке, должно привести новую парадигму мышления и поведения в свою деятельность.

Цель исследования заключается в анализе эффективности организационной культуры филиала транснациональной корпорации в России.

### Материалы и методы исследования

Исследование включает анкетирование сотрудников российского филиала транснациональной корпорации. Процесс обработки данных состоял из количественной и качественной оценки, экспертной оценки, метода сравнительного анализа.

### Результаты исследования и их обсуждение

Проведем анализ транснациональной корпорации на примере Группы Bosch, которая является ведущим международным поставщиком услуг и технологий. Концерн Bosch основан в 1886 г. в г. Штутгарте как мастерская точной механики и электротехники. Предприятие быстро развивалось и с каждым годом осваивало все больше производственных сфер.

На сегодняшний день насчитывается более 300 дочерних компаний и представительств в различных странах мира. Группа компаний Bosch осуществляет деятельность по следующим направлениям: промышленные технологии, потребительские

товары, строительные технологии и энергетика, решения для мобильности. Общая численность сотрудников Группы в 2017 г. составляет 402166 чел.

На российском рынке компания появилась в 1993 г. в виде ООО «Роберт Бош», с уставным капиталом в размере 20 млн руб. Совладельцами являются Роберт Бош ГМБХ – 99,99% и Роберт Бош АГ – 0,01%.

ООО «Роберт Бош» имеет 8 филиалов, 1 представительство и 3 дочерних компании (ООО «Роберт Бош Самара», ООО «Строительство и инвестиции» и ООО «Бош Термотехника») с суммарным вкладом в уставный капитал в размере 2,19 млрд руб.

Стратегическим принципом развития сети ООО «Роберт Бош» является географическое расширение и укрепление вертикально-интегрированной структуры.

Оценим организационную культуру ООО «Роберт Бош» на основе отчетов «Bosch сегодня» и «Отчет об устойчивом развитии».

Концепция корпоративной культуры «We are Bosch» описывает основные ценности.

Компания уделяет особое внимание приверженности ценностям, которые отражены на рис. 1.

Основная цель кадровой политики компании заключается в предоставлении сотрудникам возможности постоянного обучения, которое отвечает их потребностям, созданию лояльности среди сотрудников. Современные условия труда и корпоративная культура являются основными элементами кадровой стратегии, которая раскрывает потенциал сотрудников.



Рис. 1. Корпоративные ценности ООО «Роберт Бош»



Рис. 2. Развитие корпоративной культуры в ООО «Роберт Бош»

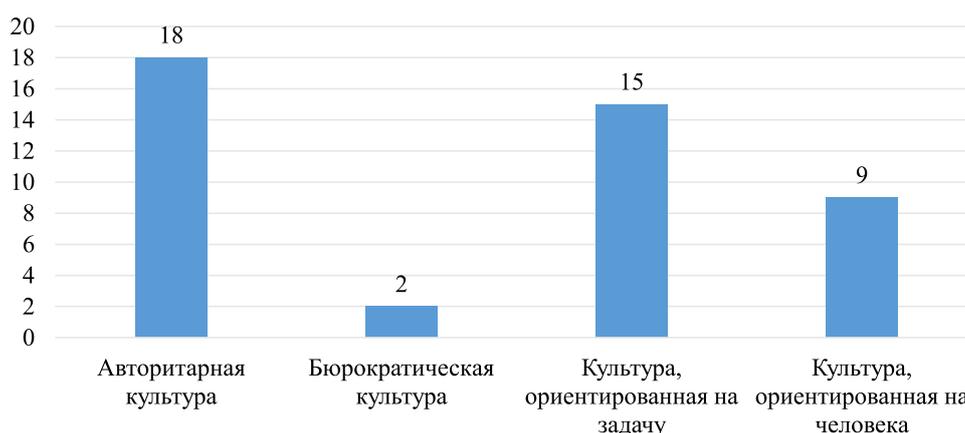


Рис. 3. Результаты опроса по анкете «Тип организационной культуры»

На рис. 2 представлены ключевые направления развития корпоративной культуры ООО «Роберт Бош».

Для того, чтобы определить тип организационной культуры ООО «Роберт Бош», в исследовании проведено анкетирование 44 сотрудников Отдела продаж электроинструментов в регионе и Отдела послепродажного обслуживания.

На рис. 3 представлена степень выраженности типов организационной культуры компании, которая получена согласно результатам анкеты «Тип организационной культуры».

Согласно полученным результатам в ООО «Роберт Бош» доминирует авторитарная культура – 18, дополняемая культу-

рой, ориентированной на задачу – 15. Также присутствует культура, ориентированная на человека – 9. По бюрократической культуре наблюдается заниженное значение показателя – 2.

В целом руководство ООО «Роберт Бош» придерживается принципов прямого регулирования и жесткого контроля, но фактически отсутствует четкое документальное регулирование.

Количественная оценка групповых коэффициентов организационной культуры осуществлена на основе экспертного метода методики О.Е. Стекловой [3]. Полученные показатели организационной культуры, доля каждого фактора и ранжированные результаты отражены в табл. 1.

Согласно полученным результатам наилучший показатель – это персонал, а худший – система управления персоналом. Весомость по каждому показателю определена согласно делению суммы рангов на квадрат отклонения [4].

В табл. 2 представим согласованность или несогласованность экспертов на основе применения коэффициента конкордации (табл. 2).

Оценки экспертов можно считать согласованными, так как коэффициент конкордации больше 0,5.

Исследование также содержит оценку единичных показателей на основе экспертного метода, а именно выявлен удельный вес каждого фактора, оценена и проранжирована каждая составляющая группового показателя, изучены полученные значения с применением коэффициента конкордации.

В табл. 3 представлены сгруппированные данные по рассмотренным показателям.

Выявим состояние организационной культуры исследуемой компании на основе применения формулы [5]:

$$\begin{aligned} \text{ОКР} = & 0,47 \sum (0,16 K_T + 0,16 K_A + 0,36 K_O + 0,32 K_K) + \\ & + 0,33 \sum (0,4 K_p + 0,6 K_3) + 0,2 \sum (0,2 K_{Ц} + 0,37 K_{ЭС} + 0,43 K_{Ф}). \end{aligned}$$

Таблица 1

Ранжирование групповых показателей

Групповой показатель	Оценка эксперта					Сумма рангов	Шкала порядка	Отклонение	Кв. отклонения	Весомость
	1	2	3	4	5					
Персонал	3	3	3	3	2	14	3	-4	16	0,47
Ресурсы	2	2	2	1	3	10	2	0	0	0,33
Система управления	1	1	1	2	1	6	1	4	16	0,2
Итого	6	6	6	6	6	30			32	1,0
Ср. значение рангов						10				

Таблица 2

Ранжирование групповых показателей с коэффициентом конкордации

Групповой показатель	Оценка эксперта					Сумма рангов	Шкала порядка	Отклонение	Кв. отклонения	Весомость
	1	2	3	4	5					
Персонал	3	3	2	3	3	14	3	-4	16	0,47
Ресурсы	1	2	3	2	2	10	2	0	0	0,33
Система управления	2	1	1	1	1	6	1	4	16	0,2
Итого	6	6	6	6	6	30			32	1,0
Ср. значение рангов						10				W = 0,64

Таблица 3

Весомость показателей организационной культуры ООО «Роберт Бош»

Групповой показатель	Вес группы	Единичные показатели	Весомость
Персонал	0,47	Коэффициент текучести ( $K_T$ )	0,16
		Коэффициент абсентеизма ( $K_A$ )	0,16
		Коэффициент образовательного уровня ( $K_O$ )	0,36
		Коэффициент удовлетворенности трудом ( $K_K$ )	0,32
Экономические ресурсы	0,33	Коэффициент роста заработной платы ( $K_p$ )	0,4
		Коэффициент экономической эффективности ( $K_3$ )	0,6
Система управления	0,2	Коэффициент централизации ( $K_{Ц}$ )	0,2
		Коэффициент эффективности ОС ( $K_{ЭС}$ )	0,37
		Коэффициент формализации ( $K_{Ф}$ )	0,43

Далее определим каждый показатель организационной культуры ООО «Роберт Бош» за 2015–2017 гг.

$$\begin{aligned} \text{ОКР}_{2015} &= 0,47*(0,16*0,306 + 0,16*0,097 + 0,36*0,853 + 0,32*0,489) + \\ &+ 0,33*(0,4*1,072 + 0,6*4,216) + 0,2*(0,2*4,681 + 0,37*1,094 + 0,43*0,795) = 1,56. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОКР}_{2016} &= 0,47*(0,16*0,046 + 0,16*0,073 + 0,36*0,864 + 0,32*0,781) + \\ &+ 0,33*(0,4*1,078 + 0,6*4,192) + 0,2*(0,2*4,276 + 0,37*1,250 + 0,43*0,885) = 1,58. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОКР}_{2017} &= 0,47*(0,16*0,035 + 0,16*0,008 + 0,36*0,906 + 0,32*0,894) + \\ &+ 0,33*(0,4*1,339 + 0,6*(-0,8)) + 0,2*(0,2*10,987 + 0,37*0,207 + 0,43*0,968) = 0,85. \end{aligned}$$

На основе полученных результатов составим график уровня организационной культуры ООО «Роберт Бош» (рис. 4).

В 2015–2016 гг. уровень организационной культуры ООО «Роберт Бош» выше максимального уровня, следовательно, корпоративный уровень в компании был идеальным.

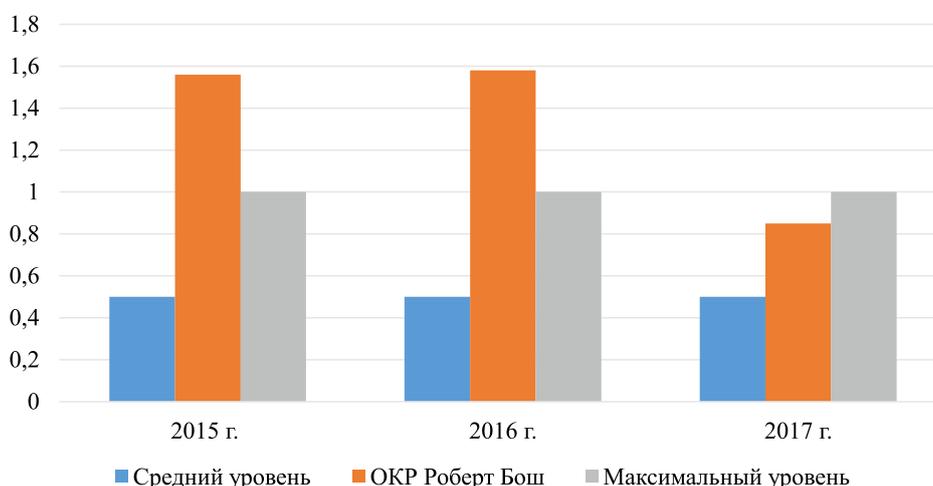


Рис. 4. Уровень организационной культуры ООО «Роберт Бош»

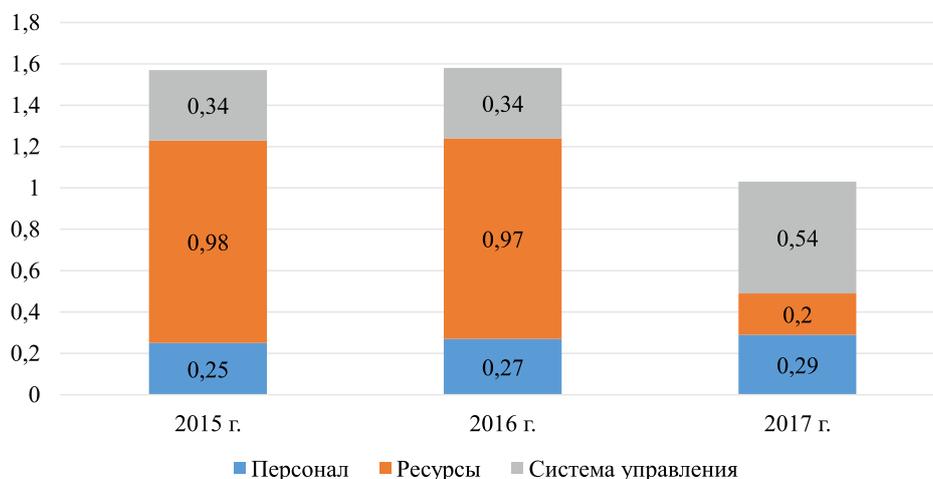


Рис. 5. Элементы организационной культуры Компании

В 2017 г. ситуация изменилась из-за внедрения новой бизнес-модели, чистый убыток компании составил 6810 тыс. руб., что повлияло на уровень организационной культуры, но при этом он выше среднего, то есть ООО «Роберт Бош» имеет резервы для ее совершенствования.

Рассмотрим по элементам уровень организационной культуры компании (рис. 5).

В 2015–2016 гг. наибольшую долю составляет показатель ресурсы, а наименьшую – персонал. В 2017 г. наибольшая доля относится к системе управления, что связано с высоким коэффициентом эффективности организационной структуры. В целом показатели по персоналу и системе управления у ООО «Роберт Бош» в анализируемом периоде возросли, ресурсы сократились за счет сокращения капитальных вложений и отрицательной прибыли.

### Выводы

Таким образом, проведя оценку и диагностику организационной культуры ООО «Роберт Бош», можно сделать следующие выводы: уровень организационной культуры ООО «Роберт Бош» является высоким в течение анализируемого периода. Снижение показателя в 2017 г. ниже «идеального» связано с переходом на новую модель бизнеса.

Недостатки организационной культуры ООО «Роберт Бош» связаны с отсутствием структурированной, доступной и легко воспринимаемой документации, регламентирующей деятельность компании и её сотрудников. Также по ряду элементов характерен нестабильный организационный климат.

На основе выявленных недостатков сформулированы рекомендации по совершенствованию организационной культуры ООО «Роберт Бош», которые позволят

повысить эффективность управления персоналом:

- необходимо разработать нормативную базу по организационной культуре компании с учетом особенностей российской бизнес-среды – разработка кодекса организационного управления должна включать положение о взаимоотношениях и правилах поведения сотрудников, а также «философию» компанию;

- следует внедрить систему оценки персонала на основе повышения материальной заинтересованности с применением единой системы КПЭ для руководителей и сотрудников;

- внедрить программы косвенной материальной заинтересованности персонала;

- сформировать и внедрить систему коллективных мероприятий, который поддержат «здоровый» корпоративный климат и наладят отношения между сотрудниками и начальством во всех структурных подразделениях компании;

- создать индивидуальные и коллективные планы обучения и развития сотрудников;

- реализовать внутренние конкурсы среди работников: звание лучшего руководителя, сотрудника года/месяца.

### Список литературы

1. Исаева М.П. Роль организационной культуры в системе управления компанией // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=19215> (дата обращения: 25.11.2018).

2. Мубаракшина О.А. Влияние организационной культуры на эффективность деятельности организации // СГУПС. 2017. № 1. С. 106–118.

3. Стеклова О.Е. Организационная культура: учеб. пособие. Ул.: УлГТУ, 2018. 110 с.

4. Тихомирова О.Г. Организационная культура: формирование, развитие и оценка: учеб. пособие. М.: Инфра-М, 2015. 151 с.

5. Романова Г.С. Исследование организационной культуры как инструмента определения эффективности предприятия // Молодой ученый. 2017. № 1. С. 254–257.

УДК 378.4

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПРИКЛАДНОГО БАКАЛАВРИАТА  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
«ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»  
В ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ДУБНА»**

**Каманина И.З., Каплина С.П.**

*Государственный университет «Дубна», Дубна, e-mail: sv\_kap@mail.ru, kamanina@uni-dubna.ru*

Рассмотрен опыт создания прикладного бакалавриата на кафедре экологии и наук о Земле государственного университета «Дубна» в соответствии с новым федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» и утвержденным новым федеральным образовательным стандартом по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» (уровень бакалавриата). Актуальность работы заключается в том, что на современном этапе развития крайне востребованы высококвалифицированные кадры в области охраны окружающей среды и экологической безопасности. В 2017/2018 учебном году впервые были внедрены новые образовательные программы, включая практико-ориентированную (прикладной бакалавриат). При разработке был использован модульный принцип проектирования образовательной программы и построения учебных планов, что позволило синхронизировать теоретическое и практическое обучение, использовать одни и те же модули как элементы сразу нескольких учебных образовательных программ. Была разработана взаимообусловленная система учебных дисциплин и практик, обеспечивающая формирование профессиональных компетенций с учетом требований профессиональных стандартов и пожеланий работодателей, повышающая востребованность выпускников на рынке труда. Одним из основных требований является умение и навыки работы, приближенные к реальным условиям труда. Внедрение в учебный процесс рассредоточенной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности на материально-технической базе университета «Дубна» с привлечением работодателей повысит качество подготовки кадров. Предложенная система организации учебного процесса при переходе на программу прикладного бакалавриата производственно-технологической направленности может быть использована в других вузах, осуществляющих подготовку специалистов по направлению «Экология и природопользование».

**Ключевые слова:** высшее образование, прикладной бакалавриат, Московская область, экология и природопользование

**THE EXPERIENCE OF CREATING APPLIED BACCALAUREATE  
ON THE SPECIALTY «ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT»  
AT THE DUBNA STATE UNIVERSITY**

**Kamanina I.Z., Kaplina S.P.**

*Dubna State University, Dubna, e-mail: sv\_kap@mail.ru, kamanina@uni-dubna.ru*

The experience of creating an applied Bachelor's program at the Department of Ecology and Earth Science of the Dubna State University was considered in accordance with the new federal law «On Education in Russian Federation» and approval of the new federal educational standard in the field of 05.03.06 «Ecology and Environmental Management» (Bachelor's degree). The relevance of the research is in the fact that at the present stage of development, highly qualified personnel in the field of environmental protection and environmental security are high in demand. During the academic year 2017/2018, new educational programs including a practice-oriented (applied Baccalaureate) program were introduced. While the development, the modularity principle of the design of the educational program and the curriculum was used, which allows to synchronize theoretical and practical training and to use modules as the elements of different educational programs at the same time. An interdependent system of educational disciplines and practical trainings was developed to ensure the formation of professional competencies according to the requirements of the professional standard and the employers' requests in order to increase the demand for graduates at the labor market. One of the main requirements is to have work skills that are close to actual working conditions. Implementation of distributed practice of obtaining professional skills and professional work experience on facilities and resources of the university with the involvement of employers in the educational process will increase the quality of training of specialists. The proposed system of organization of the educational process while implementation of applied Baccalaureate program with industrial and technological orientation can be used in the other universities that train specialists in the field of «Ecology and Environmental Management».

**Keywords:** higher education, applied baccalaureate, Moscow Region, Ecology and Environmental management

Экологическая ситуация в Российской Федерации характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду и значительными экологическими последствиями прошлой экономической деятельности, что отмечается в Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации

на период до 2030 г. [1]. Переход экономики РФ на инновационный путь развития требует формирования в интересах безопасности нашей страны конкурентоспособной в глобальном масштабе национальной инновационной системы образования. Решение стратегической цели государственной политики в области экологического развития

невозможно без экологической культуры, экологического образования и воспитания. Для обеспечения экологически ориентированного роста экономики и внедрения экологически эффективных инновационных технологий на современном этапе развития крайне востребованы высококвалифицированные кадры в области охраны окружающей среды и экологической безопасности.

В последнее десятилетие для подготовки кадров назрела необходимость учета требований работодателей к результатам профессионального образования [2]. В качестве основных называют: высокий общий уровень развития; хорошие базовые знания и умение применять их на практике; умение и желание постоянно повышать свой профессиональный уровень; способность системно мыслить, перерабатывать большие объемы информации; нацеленность на карьеру, целеустремленность, адекватность самооценки как специалиста. При этом отмечают несоответствие качества подготовки специалистов в системах среднего профессионального и высшего образования современным требованиям развития экономики и социальной сферы страны.

Одним из решений взаимодействия работодателей и системы образования явилось создание программы практико-ориентированного бакалавриата (прикладной бакалавриат). Впервые понятие «прикладной бакалавриат» появилось в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. [3]. Программа прикладного бакалавриата – новый вид программ высшего профессионального образования, целью которых является подготовка специалистов непосредственно для рынка труда. Миссия программ прикладного бакалавриата заключается в следующем: преодоление риска потери практико-ориентированности при введении уровня высшего образования; снижения уровня издержек организаций работодателей по доучиванию выпускников; адаптация образовательных программ вузов к заказу на практико-ориентированные результаты, соответствующие требованиям профессиональных стандартов; сокращение сроков вхождения молодежи на рынок труда в условиях демографического кризиса и старения кадров; снижение риска нетрудоустройства выпускников; расширение вариативности образовательных программ и сокращение их дублирования на уровнях среднего и высшего профессионального образования. Создание программ прикладного бакалавриата, как вида программ массового, регионально ориентированного высшего образования, должно стать основой реше-

ния проблемы сбалансированности развития сфер труда и профессионального образования [2].

В настоящее время прикладной бакалавриат находится на стадии становления. В 2013 г. Министерство образования рекомендовало всем вузам вводить образовательные программы прикладного бакалавриата и поставило количественные цели по их внедрению: «...к 2018 г. доля прикладных бакалавров должна составить не менее 30 процентов в общей численности обучающихся в образовательных учреждениях по программам высшего профессионального образования» [4 с. 81].

Цель исследования: создание прикладного бакалавриата по направлению подготовки «Экология и природопользование» в государственном университете «Дубна».

### **Материалы и методы исследования**

По объёму промышленного производства Московская область занимает среди регионов России второе место (после Москвы). На территории области сосредоточено более 200 тысяч предприятий и организаций различного профиля и проживает более 7 миллионов человек. Обеспечение экологической безопасности Московской области является крайне важной задачей, и востребованность специалистов экологов высока. Подготовку кадров в области экологии и природопользования, в том числе для нужд Московской области, осуществляет государственный университет «Дубна», в котором кафедра экологии и наук о Земле существует с 1994 г., со дня образования университета. Университет возник и развивается в наукограде Дубна – городе, который приобрел мировую известность благодаря фундаментальным научным открытиям, а теперь становится одним из крупных инновационных центров нашей страны. Основная миссия университета – подготовка специалистов, сочетающих высокую профессиональную квалификацию и глубокие междисциплинарные знания.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Традиционно на кафедре осуществлялась подготовка кадров по направлению «Экология и природопользование» по двум образовательным программам бакалавриата: профиль «Геоэкология» и «Экология». В связи с вступлением в силу 01.09.2013 г. нового Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ [5] был разработан новый федеральный образовательный стандарт по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» (уровень бакалавриата) поколения ФГОС 3+, утвержденный приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 № 998 [6]. Согласно данному стандарту видами профессиональной деятельности являются: производственно-технологическая; контрольно-ревизионная;

организационно-управленческая; научно-исследовательская; проектная; педагогическая. Образовательной организации предписывается при разработке и реализации основной профессиональной образовательной программы ориентироваться на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательских и материально-технических ресурсов организации. Образовательная программа, ориентированная на научно-исследовательский и (или) педагогический вид профессиональной деятельности как основной, классифицируется как программа академического бакалавриата, а ориентированная на практико-ориентированный, прикладной вид профессиональной деятельности как основной – программа прикладного бакалавриата. Проведя анализ трудоустройства выпускников и с учетом пожеланий работодателей, было принято решение готовить специалистов по направлению академического бакалавриата «Геоэкология», а направление «Экология» перевести на программу прикладного бакалавриата. Для академического бакалавриата в качестве основных видов деятельности были выбраны научно-исследовательская и педагогическая. Для прикладного бакалавриата – производственно-технологическая. Мы полагаем, что такое разделение повысит востребованность выпускников на рынке труда и будет привлекательным для работодателя. При этом сохраняется направление академического бакалавриата, для подготовки специалистов в научные и образовательные организации и учреждения.

В 2017/2018 учебном году проводилась масштабная и активная работа по переходу на новые образовательные программы, включая программу прикладного бакалавриата. Разработка образовательной программы прикладного бакалавриата осуществлялась в соответствии с «Методическими рекомендациями по разработке и реализации образовательных программ высшего образования бакалавриата. Тип образовательной программы «Прикладной бакалавриат» (утв. Минобрнауки России 11.09.2014 № АК-2916/05) [3]. Особое внимание уделялось требованиям профессиональных стандартов и потребностям рынка труда. Был тщательно проработан коллектив разработчиков основной профессиональной образовательной программы академического и прикладного бакалавриата. В состав вошли представители профессорско-преподавательского состава кафедр, имеющие непосредственный опыт

практической деятельности по данному направлению, а также представители предприятий-партнеров и организаций-партнеров (Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), ФГБУ «Центррегионводхоз», ФГБУ «ЦЛАТИ по ЦФО» Пушкинский отдел, ООО «РФК «Экосистема», ОАО «Производственно-техническое объединение городского хозяйства» и др.).

Использование модульного принципа проектирования образовательной программы и построения учебных планов позволило синхронизировать теоретическое и практическое обучение, использовать одни и те же модули как элементы сразу нескольких учебных образовательных программ. Структура программы бакалавриата включает обязательную (базовую) и вариативную части, в том числе практику. Базовая часть академического (профиль «Геолология») и прикладного (профиль «Экология») бакалавриата полностью совпадает и обеспечивает главным образом общекультурные и общепрофессиональные компетенции. Вариативная часть была разработана в соответствии с требованиями профессиональных стандартов и обеспечивает формирование профессиональных компетенций в зависимости от направленности программы. Для академического бакалавриата были учтены требования профессиональных стандартов: «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.03.2014 г. № 121н.; «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18.10.2013 г. № 544н.; «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 08.09.2015 г. № 608н.; «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 08.09.2015 г. № 613н. Для прикладного бакалавриата профессиональных стандартов: «Специалист по экологической безопасности (в промышленности)», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31.10.2016 г. № 591н.; «Специалист в области обращения с отходами», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 07.04.2014 г. № 203н.; «Специалист контроля качества и обеспечения экологической и биологи-

ческой безопасности в области обращения с отходами», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от «24.12.2015 г. № 1146н.; «Гидробиолог», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 07.04.2014 г. № 206н.; «Гидрохимик», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 04.09.2014 г. № 544н.; проект стандарта «Инженер-эколог в изысканиях для проектирования, строительства, ремонта и реконструкции».

Профессиональная деятельность в данных областях сложна и требует одновременно высокой теоретической и практической подготовки. При этом должностные обязанности инженеров по охране окружающей среды (экологов) в зависимости от отраслевой принадлежности предприятий отличаются незначительно. Для прикладного бакалавриата впервые была выстроена система дисциплин, ориентированных на подготовку специалистов производственно-технологической направленности по обеспечению экологической безопасности для различных отраслей экономики. Взаимообусловленная система дисциплин включает: «Технические средства защиты окружающей среды» (4 семестр, 4 з.е.), «Техногенные системы и экологический риск» (4 семестр, 2 з.е.); «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды» (5 семестр, 3 з.е.); «Методы анализа объектов окружающей среды» (5–6 семестр, 5 з.е.); «Производственный экологический контроль» (6 семестр, 3 з.е.); «Экологический учет и отчетность» (7 семестр, 2 з.е.); «Техногенные катастрофы» (7 семестр, 4 з.е.); «Наилучшие доступные технологии» (8 семестр, 2 з.е.); «Управление твердыми отходами» (8 семестр, 4 з.е.); «Рекультивация нарушенных земель» (8 семестр, 4 з.е.); «Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды» (8 семестр, 3 з.е.).

В отличие от программы академического бакалавриата программа прикладного бакалавриата предусматривает увеличение объема практической подготовки. Объем учебной и производственной практики в программе прикладного бакалавриата больше и составляет 42–60 зачетных единиц (з.е.). Традиционно на кафедре экологии и наук о Земле практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (18 з.е.) проводится в три этапа: геологическая практика на учебно-научной базе им. Богданова Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Крым, Бахчисарайский р-н, с. Прохладное (1 курс);

почвенно-ботаническая на базе почвенно-биологического стационара университета «Дубна» (2 курс); гидрометеорологическая на учебно-научной базе «Красновидово» географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова на Можайском водохранилище (3 курс). Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (9 з.е., 3 курс) и преддипломная практика (3 з.е., 4 курс) проходят на профильных предприятиях и организациях. Такой порядок был сохранен и является общим для академического и прикладного бакалавриата.

В связи с увеличением количества часов, отводимых на практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, предусмотренным образовательным стандартом для прикладного бакалавриата, была организована рассредоточенная практика на базе университета «Дубна». Рассредоточенная практика (15 з.е.) проходит в течение 5–7 семестров состоит из двух этапов: практика, направленная на закрепление теоретических знаний в рамках изучения дисциплины «Методы анализа объектов окружающей среды», и получение практических умений и навыков работы в лаборатории, организована на базе учебно-научных лабораторий кафедры экологии и наук о Земле, включает эколого-аналитические исследования различных компонентов окружающей среды (5–6 семестр); практика по работе со специализированным программным обеспечением в профессиональной области является одним из основных требований работодателей, направлена на получение умений и навыков работы с использованием программных средств в области охраны окружающей среды и природопользования.

Как показал анализ трудоустройства выпускников на предприятиях, как правило, по штатному расписанию для специалиста-эколога предусмотрена одна штатная единица. При этом работодатель ожидает, что каждый инженер-эколог может самостоятельно выполнить весь комплекс мероприятий, направленных на уменьшение платежей за негативное воздействие и соблюдение законодательства в области охраны окружающей среды, включающий разработку, согласование и получение для предприятия всей необходимой разрешительной документации (на выбросы, сбросы, размещение отходов и др.). Таким образом, вчерашний выпускник становится единственным специалистом в области экологической безопасности предприятия, которому необходимо быстро адаптиро-

ваться к условиям производства и принимать ответственные решения.

Решение о проведении рассредоточенной практики на базе университета «Дубна» связано со сложностью организации обучения студентов профессиональным навыкам работы на специализированных комплексах в рамках одного предприятия или организации. При такой организации практики университет обеспечивает материально-техническую базу (компьютерный класс со специализированным программным обеспечением), а обучение проводит представитель работодателя, что позволяет достичь максимальной эффективности в подготовке практико-ориентированных кадров. При выборе специализированных программ учитывались пожелания работодателей, в результате были выбраны программные продукты серии «Эколог» фирмы «Интеграл»: УПРЗА «Эколог» версия 4; «НДС-Эколог» версия 2; Расчет класса опасности версия 4; «Эколог-Шум» версия 2. Данные программы используются для расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, расчета нормативов допустимых сбросов (НДС) предприятий-водопользователей в водные объекты и автоматизации расчетной части нормативов НДС, расчета класса опасности отходов по степени негативного воздействия на окружающую среду, расчета распространения внешнего шума на территории. В настоящее время выбранные программы наиболее широко используются в профессиональной сфере. Фирма «Интеграл» для высших учебных заведений предоставляет специальное предложение в виде льготной поставки полностью работоспособных вариантов программ без каких-либо ограничений функциональности с сетевым электронным ключом, обеспечивающим работу на всех компьютерах учебного класса (до 20 пользователей). При этом стоимость программы равна стоимости одного рабочего места соответствующего коммерческого варианта [7]. Ориентировочная стоимость комплекта программ на 01.01.2018 г. составляет 130 тыс. руб.

Для академического бакалавриата предусмотрена рассредоточенная педагогическая практика (3 з.е., 7 семестр) на базе образовательных учреждений.

Различие в учебных планах академического (профиль «Геоэкология») и прикладного (профиль «Экология») бакалавриата начинается с четвертого семестра, что дает возможность студентам осознанно подойти к выбору дальнейшей профессиональной деятельности и при необходимости позволяет перейти с одного направления подготовки на другое.

Разработка учебных планов бакалавриата проводилась одновременно с разработкой учебных планов магистратуры направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» и аспирантуры направления подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» профиль «Геоэкология», благодаря чему удалось избежать дублирования курсов и сформировать непрерывную траекторию подготовки специалистов в области природопользования и охраны окружающей среды.

### Заключение

Таким образом, предложенная авторами система организации учебного процесса при переходе на программу прикладного бакалавриата производственно-технологической направленности позволила учесть пожелания работодателей, обеспечить формирование у выпускников профессиональных компетенций, которые обеспечат их востребованность на рынке труда, и может быть использована в других вузах, осуществляющих подготовку специалистов по направлению подготовки «Экология и природопользование».

### Список литературы

1. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утв. Президентом РФ 30.04.2012 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129117](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117) (дата обращения: 20.04.2018).
2. Концепция создания программ прикладного бакалавриата в системе профессионального образования Российской Федерации / авт.-сост.: В.И. Блинов, Ф.Ф. Дудырев, Е.Ю. Есенина, А.Н. Лейбович, А.А. Факторович. М.: Федеральный институт развития образования, 2010. 17 с.
3. Методические рекомендации по разработке и реализации образовательных программ высшего образования бакалавриата. Тип образовательной программы «Прикладной бакалавриат», утв. Минобрнауки России 11.09.2014 № АК-2916/05 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_124478](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124478) (дата обращения: 20.04.2018).
4. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 295 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://минобрнауки.рф/документы/4720> (дата обращения: 20.04.2018).
5. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174) (дата обращения: 20.04.2018).
6. Приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 № 998 (ред. от 13.07.2017) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_204045](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204045) (дата обращения: 20.04.2018).
7. Сайт фирмы «Интеграл» [Электронный ресурс]. URL: <https://integral.ru/vuzi>. Режим доступа свободный (дата обращения: 20.04.2018).

УДК 378.22

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНСТИТУТА МАГИСТРАТУРЫ В РЕГИОНАЛЬНЫХ ВУЗАХ

**Хачев М.М., Теммоева С.А.**

*ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»,  
Нальчик, e-mail: kbgsha@rambler.ru*

Подготовка магистрантов является достаточно новой формой образовательных услуг, предоставляемых вузами страны. В данной статье авторы сделали попытку исследования проблем и перспектив института магистратуры региональных вузов на основе конкретно Кабардино-Балкарского ГАУ им. В.М. Кокова, отмечая как позитивные моменты существования магистратуры в конкретном университете, так и отрицательные стороны этой формы образования. К настоящему времени в вузе уже сложились определенные наработки по подготовке магистров, которые не только соответствуют государственным стандартам, но, что особенно важно для региональной высшей школы, одновременно согласуются с особенностями, традициями и спецификой университета. Используя свой собственный опыт преподавания в магистратуре в период с 1993 по 2018 г., авторы статьи обращают внимание на те проблемы, которые возникают в деятельности именно региональных вузов. Анализируются трудности, возникающие при наборе в магистратуру, указываются пути их устранения, сложности в организации процесса обучения и предпринимаемые меры по предоставлению качественного образования, возникающие в связи с этим новые требования к профессорско-преподавательскому составу, администрации вузов, перспективы дальнейшей возможной деятельности выпускников-магистрантов. Как итог, авторы приходят к заключению, что подготовку магистрантов региональными вузами следует рассматривать как одно из приоритетных направлений своей деятельности. Кроме того, все сказанное о проблемах, трудностях и перспективах магистерской подготовки, имеющих место в КБАУ, является характерным для всех региональных вузов. Поэтому выводы и рекомендации авторов статьи могут оказаться полезными и для высших учебных заведений любых регионов.

**Ключевые слова:** магистратура, двухуровневая система обучения, Болонский процесс, региональные вузы, образовательные программы, методика преподавания, самостоятельная работа, самообразование преподавателя

## PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE INSTITUTE OF MASTERS IN REGIONAL UNIVERSITIES

**Khachev M.M., Temmoeva S.A.**

*Federal State Educational University of Higher Education Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, Nalchik, e-mail: kbgsha@rambler.ru*

Training of undergraduates is a fairly new form of educational services provided by the country's universities. In this article, the authors made an attempt to study the problems and prospects of the Institute of magistracy of regional universities on the basis of Kabardino-Balkar State University V.M. Kokova, noting both the positive aspects of the existence of a master's degree in a particular University, and the negative aspects of this form of education. To date, the University has already developed certain developments in the preparation of masters, which not only meet State standards, but, which is especially important for the regional higher school, at the same time consistent with the characteristics, traditions and specifics of the University. Using their own experience of teaching in graduate school in the period from 1993 to 2018, the authors pay attention to the problems that arise in the activities of regional universities. The article analyzes the difficulties encountered in the recruitment of masters, identifies ways to eliminate them, the complexity of the organization of the learning process and the measures taken to provide quality education, arising in this regard, the new requirements for the teaching staff, the administration of universities, the prospects for further possible activities of graduates-undergraduates. As a result, the authors come to the conclusion that the training of undergraduates by regional universities should be considered as one of the priorities of its activities. In addition, everything said about the problems, difficulties and prospects of master's training, taking place in KBSAU is typical of all regional universities. Therefore, the conclusions and recommendations of the authors may be useful for higher education institutions in any region.

**Keywords:** magistracy, two-level system of education, Bologna process, regional universities, educational programs, independent work, self-education of the teacher

Существенные изменения, произошедшие в последние годы в сфере высшей школы страны, присоединение к Болонской декларации, приведшие к совершенствованию процесса обучения в вузах, корректировке образовательных программ и педагогических технологий, вызвали бурную дискуссию и особое внимание и к проблемам магистерского образования. Вектор

образовательного процесса в рамках модернизации высшего образования был перенаправлен на внедрение двухуровневой системы обучения и компетентностного подхода. Она предполагает непрерывность обучения за счет реализации процесса перехода с одного уровня (бакалавр) на другой (магистр). Дальнейшее образование позволит получить высшую ступень – доктора.

Таким образом, создается уникальная процедура постоянного совершенствования и обучения в течение всей жизни, причем каждый решает сам для себя, когда ему прервать эту цепочку и на каком этапе выбыть из этого процесса [1, 2].

Если с бакалавриатом всё более или менее устоялось, то магистерское образование является относительно новым, даже по времени существования, направлением деятельности как центральных, так и региональных университетов, и только сейчас этому уделяется должное внимание. Заметен подъем интереса к задачам, связанным не только и не столько с определением направлений и программ магистерской подготовки, как с тем, каково содержание и наполнение конкретной программы, готов ли профессорско-преподавательский состав, достаточно ли у вуза ресурсов для обеспечения реализации этих программ. «Стремясь дать адекватный ответ глобальным вызовам современности и обеспечить экономику эффективными специалистами, педагогикой высшего профессионального образования была создана компетентностная модель специалиста, предлагающая, не умаляя значимости уже имеющихся достижений, по-новому взглянуть на вопросы выявления, поддержки и реализации творческих наклонностей будущих специалистов и организации инновационной деятельности педагога» [3, с. 126].

Авторы пытаются выявить те особенности, которые, по разным причинам, присущи магистратуре именно в регионах, поделиться тем, что и как делается именно в КБГАУ для совершенствования магистерского образования. Известно, что еще с первой половины 1990-х гг. государство законодательно закрепило за высшей школой возможность создания магистерского набора. Но это введение тогда было не слишком продуманным, основательно не проработанным, документально и материально до конца не подкрепленным, можно сказать, экспериментом. Многие приходилось делать впервые, опираясь на разработанные административными сотрудниками, в основном без педагогической практики, рекомендации и положения, а также видение каждого вуза на реализацию задач магистерского образования [4–6]. Естественно, что набор слушателей в магистратуру осуществлялся. Но в большинстве своем это был неосознанный, не до конца продуманный выбор. Со стороны поступающих не было четкого представления о том, что же их ждет в магистратуре и после неё, смогут ли они справиться с новой для них системой образования, уровнем требований

и объемом необходимых знаний. Казалось, что уже есть диплом о высшем образовании и степень бакалавра, поэтому в дальнейшем продолжении обучения просто нет необходимости. Поэтому необходимо было провести исследование по выявлению причин такого невосприятия института магистратуры как в КБГАУ, так и в большинстве вузов в регионах.

### Материалы и методы исследования

Преподавателям приходилось проводить большую разъяснительную работу для набора первокурсников, объясняя абитуриентам, «какова программа обучения будущей специальности, каковы текущая ситуация на рынке труда, спрос и предложение рабочей силы, средний уровень оплаты труда, возможности дальнейшего трудоустройства и потенциальные места трудоустройства» [3, с. 129]. В основном мы приводили следующие доводы: во-первых, более высокий социальный статус, что немаловажно для нашей республики, с нашей ментальностью; во-вторых, более высокий уровень дохода по окончании; в-третьих, растущий круг возможностей для дальнейшего трудоустройства. Хотя нам самим было понятно, что на данном этапе становления мы вряд ли сможем обеспечить выполнение последних двух позиций. Затем шли в ход аргументы о возможности заниматься исследовательской деятельностью с последующим поступлением в аспирантуру, благоприятные условия для совмещения обучения с работой, возможность продолжения обучения по другому, отличному от бакалавриата, направлению. Этими позициями мы могли привлечь очень узкий круг абитуриентов, опять-таки в силу недопонимания, непопулярности среди молодежи республики образования, выше высшего.

При этом знаем по себе, что идеи относительно того, как и чему учить в магистратуре, в основном спускались тогда сверху – управленцами высшей школы, далекими от конкретной педагогической деятельности. И оказалось, что сложившийся годами опыт преподавания, выработанная система обучения и воспитания совершенно не востребованы и не учтены при разработке педагогической политики в области магистратуры [4, 7]. Поэтому говорить о высококачественной подготовке магистрантов, соответствующих мировому уровню, тогда не приходилось.

В настоящее время университет готовит магистрантов по 17 направлениям, среди которых наиболее популярными являются: садоводство, лесное дело, ветеринарно-санитарная экспертиза, теплоэнергетика и теплотехника, строительство, землеустройство и кадастры, экономика, менеджмент, туризм, торговое дело, технология продукции и организации общественного питания. Причем, что особенно важно для вуза – увеличилось не только общее число магистрантов, но и количество желающих обучаться на внебюджетной основе.

Для большинства региональных университетов реальное внедрение магистерской подготовки началось относительно недавно, не более семи – девяти лет. Конечно, это не срок для того, чтобы делать какие-то серьезные выводы. Но до сих пор остается неоднозначным ответ на вопрос о том, что же это за форма образования, что она дает на выходе обучающемуся, а что вузу, каким вообще должен быть инсти-

тут магистратуры [5, 6, 8]. Для вузов в регионах положительным является тот факт, что они вправе сами выбирать те компетенции, которыми, на их взгляд, должен обладать выпускник, самостоятельно устанавливать перечень осваиваемых дисциплин, особенно вариативной части, количество зачетных единиц, отводимых на их усвоение, разрабатывать образовательные программы, программы практик. Кроме того, появление магистратуры в нашем университете позволило увеличить количество междисциплинарных программ, а значит, и количество часов для преподавателей. Появились такие новые дисциплины, как «Математическое моделирование и проектирование», «Математические методы в биологии», «Математическое моделирование процессов в компонентах природы», «Специальные разделы высшей математики», «Прикладная математика». Вузу удалось провести оптимизацию наименее болезненно и по максимуму сохранить штат профессорско-преподавательского состава. Наличие магистратуры способствует решению актуальной в региональных вузах задачи воспроизводства научно-педагогических кадров, так как труд преподавателя перестал быть привлекательным для молодежи и проблема старения профессорско-преподавательского состава сегодня является одной из болевых точек высшей школы. Появилась возможность увеличения доходов от образовательной деятельности, привлечения международных студентов, что повышает статус вуза и закрывает ему определенные позиции в рейтинге вузов. Магистратура более интересует работодателей, чем бакалавриат, что помогает заключению контрактов и договоров между университетом и предприятиями, а это, в свою очередь, расширяет возможности учебного заведения в организации практик обучающихся. Ведь, как известно, это одна из основных позиций, которая опять-таки положительно сказывается на рейтинге университета. Появляются дополнительные, можно сказать, бесплатные трудовые ресурсы в лице магистрантов, которых можно вовлечь в проводимые в стенах учебного заведения научно-исследовательские проекты, реализацию грантов. Всё перечисленное – это позитивные моменты существования магистратуры в конкретном университете.

Вместе с тем мы столкнулись с трудностями и проблемами, которые, как мы знаем, стоят не только перед нашим вузом, но существуют и в других. Вот некоторые из них:

– недопонимание целей и задач магистратуры, значимости магистерского образования как среди студентов, так и среди преподавателей университетов. Все равно в головах многих до сих пор нет четкого представления о том, что это за два образования: то ли бакалавриат – это незаконченное высшее, поэтому нужна магистратура? То ли бакалавриат – это уже высшее профессиональное образование и магистратура нужна только тем, кто конкретно просто хочет заниматься дальше наукой и расти в этом направлении;

– совершенно разный уровень подготовленности магистрантов к обучению. Любой, имеющий степень бакалавра, может поступить и учиться в магистратуре. У них разная степень подготовленности, стремления к самореализации, разный уровень восприятия информации, в конце концов разные цели обучения и степень желаний учиться. Неизбежно возникновение ситуации, когда просто невозможно донести до всех научную информацию на высоком уровне.

А ведь вуз должен подготовить компетентного специалиста. Поэтому преподавателю надо учитывать все эти моменты, приспосабливать методы и формы учебной работы к индивидуальным особенностям каждого, делать акцент на индивидуальные особенности учащихся. Все это требует огромной подготовительной работы преподавателя, высокого уровня его квалификации, как в профессиональной сфере, так и в сфере педагогики и методики преподавания, научно-исследовательской работы. «Компетентность и профессионализм педагогов, их мобильность и инновационность являются визитной карточкой учебного заведения, в то время как отсутствие этих качеств может погубить любые интересные идеи и начинания» [9];

– практически все магистранты – это люди, уже имеющие высшее профессиональное образование, определенный учебный, социальный, профессиональный опыт, а часто и совмещающие обучение с работой. Они пришли абсолютно осознанно в магистратуру, имея конкретные цели, а не просто желая два года в аудитории, как это часто бывает с бакалаврами, за которых решение об образовании принимали родители, исходя из своих взглядов на будущее детей. Значит им необходимо предложить такую образовательную программу, которая удовлетворяла бы потребностям и возможностям магистранта и способствовала бы его формированию как профессионала в результате обучения [1, 2]. На начальном этапе деятельность преподавателя заключалась в разъяснении, поддержке, стимулировании процесса обучения студентов, а наиболее распространенной формой участия магистранта в этой работе был самостоятельный выбор темы рефератов по каждой дисциплине. В дальнейшем роль преподавателя постепенно сместилась в сторону усиления исследовательской направленности в обучении каждого магистранта. Сейчас в КБГАУ особое внимание уделяют тому, чтобы обучающийся сам, совместно с преподавателем, активно участвовал в формировании содержания образовательной программы, имея возможность выбора дисциплин вариативной части, а также в определении содержания учебных занятий по каждой отдельной дисциплине, форм и способов выполнения заданий, выборе самостоятельной работы. Мы стараемся, чтобы он не учился по заранее определенному преподавателем плану;

– увеличение доли самостоятельной работы. В первую очередь, это связано с тем, что, как сказано выше, многие магистранты – работающие люди. Кроме того, соотношение часов на аудиторную и самостоятельную работу в новых учебных планах склоняется к увеличению доли именно последних. Немаловажная причина состоит и в том, что обучение в магистратуре – это уже не просто процесс накопления академических знаний, а больше процесс применения этих знаний для дальнейшего совершенствования, приобретения и наращивания профессионального опыта. Магистерское образование предполагает активную исследовательскую деятельность обучающегося не только в аудитории, но и после завершения учебного процесса в стенах вуза. И для преподавателя учебный процесс не заканчивается рамками аудиторного времени. Он проделывает огромную работу по разработке индивидуальных программ обучения каждого слушателя, разработке тем рефератов, докладов, индивидуальных рейтинговых заданий, планов работы по научным исследованиям по выбранным совместно

с магистрантами тематикам. Решение этих вопросов предполагает широкое применение в системе подготовки магистров интерактивных и дистанционных форм обучения. «Единственно возможным решением данной проблемы является поиск оптимальных методик для комбинирования классического образования с инновационным, внедрение в образовательный процесс интерактивных курсов. Именно такое сочетание позволит получить максимальный эффект в усвоении учебного материала» [10, с. 354]. Преподаватели стараются лекционные занятия сочетать с выступлениями магистрантов с короткими рецензиями о рекомендованных публикациях по рассматриваемой тематике, реферированием статей о различных методах исследования поставленной проблемы. Во время практических и лабораторных занятий процесс обучения в рамках учебного плана дополняется выполнением составленных самими магистрантами исследовательских и творческих заданий [4, 7];

– постоянно изменяющиеся условия работы с магистрантами требуют от преподавателей непрерывного самообразования, самосовершенствования. «Самое главное в образовательном процессе – это профессиональная компетенция преподавателя. Работающий над собой, развивающийся преподаватель может сделать много интересного и познавательного. Поэтому работе с кадрами, повышению профессионализма преподавательского состава, учитывая перспективность этих вложений, которые окупятся или окажут влияние на степень популярности вуза, уделяется большое внимание со стороны руководства университета» [9]. Постепенно новый уровень образования, представленный магистратурой, модели магистерского образования становились привычным явлением в жизни вуза. Естественно, что высокая квалификация преподавательского состава, реализация программ кадрового развития требуют вложений со стороны руководства, а это не простая задача для администрации. Финансовые возможности для совершенствования педагогов у региональных вузов очень скромны. Приходится решать этот вопрос внутри региона. «Для реализации этих задач в КБГАУ создан Институт повышения квалификации, в котором проходит дополнительное обучение преподавателей использованию информационно-коммуникативных технологий, осваиваются методики общения со студентами посредством дистанционных технологий, вырабатываются навыки работы с информационными ресурсами и программно-методическими комплексами, компьютерными и мультимедийными технологиями, цифровыми образовательными и электронными ресурсами. Благодаря этому преподавателями разработаны презентации, интерактивные тренажеры, тестовые задания с использованием видеороликов и аудиофайлов» [9].

Как одну из проблем в магистерском образовании следует отметить дороговизну подготовки магистра, с одной стороны, и скудности финансирования этого, с другой. Вообще, для всех региональных вузов характерна, к сожалению, нарастающая коммерциализация высшего образования. Нет необходимости лишний раз говорить о том, что среднемесячные доходы граждан в регионах существенно отличаются от аналогичных цифр в центральных районах страны. Эта разница столь велика, что для региональных вузов набор на магистерскую программу с компенсацией всех затрат на обучение за счет собственных средств проходит очень тяжело. Крайне невелико число лю-

дей, имеющих возможность получать дальнейшее образование таким образом. Ограниченность в средствах практически не позволяет университету привлекать ученых из других вузов и научно-исследовательских институтов в качестве совместителей для ведения отдельных курсов, осуществлять совместно с профессорами КБГАУ руководство магистерскими диссертациями, направлять будущих магистров в ведущие научные центры страны для выполнения части исследований.

Ещё одна важная проблема, приобретающая особую остроту именно на региональном уровне, это трудоустройство выпускников магистерских программ [11]. Во-первых, проблема занятости трудоспособного населения в регионах, несмотря на все позитивные сдвиги в этом направлении, ещё далека от своего решения. Из когда-то достаточно развитого индустриального региона с огромным количеством промышленных предприятий, охватывающих все виды производства, от оборонного до легкой промышленности, мы превратились в слабо развитую аграрную республику. Те предприятия, которым удалось сохранить своё влияние в госсекторе, практически не оказывают существенного влияния на численность занятых в республике. Большую часть населения занимают частные перерабатывающие сельскохозяйственные предприятия, агроконцерны, предприятия пищевой промышленности и общественного питания. Часть населения занята в сфере туризма и обслуживании этого направления. К сожалению, заказов от работодателей на подготовку и дальнейшую востребованность специалиста магистратуры, как и бакалавриата, практически не поступает. У обученной молодежи с высшим образованием отсутствуют перспективы дальнейшего трудоустройства. Кроме того, те редкие работодатели, которых все-таки удалось привлечь к распределению выпускников университета, начинают предъявлять необоснованно завышенные требования к уровню подготовки потенциальных работников, что вытекает из непонимания ими статуса степеней бакалавра и магистра. Всё это – следствие отсутствия взаимодействия между университетами и работодателями при разработке и реализации программ магистерского уровня. Несомненно, что для региональных вузов наличие такого взаимодействия было бы не только источником дополнительных финансовых ресурсов, но и мощнейшим инструментом модернизации содержания образования.

Сдерживающим фактором успешного развития магистерского уровня подготовки в республике является неготовность и практически полное отсутствие опыта интернационализации образовательных программ, в частности преподавания на иностранном, прежде всего английском, языке, что, как показало исследование, является трендом для развития магистерских программ в странах Европы. А ведь наличие таких курсов явилось бы тем конкурентным преимуществом, которое открыло бы возможность участвовать в межнациональных программах академического и студенческого обмена. Это был бы очень ощутимый дополнительный финансовый ресурс, так остро необходимый региональным вузам [5, 6, 8].

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования установлено, что получение самостоятельности в области ма-

гистерского образования позитивно сказались на деятельности КБГАУ. Вместе с тем не решены многие проблемы, которые стоят не только перед нами, но и существуют в других вузах. Это:

- нечеткие, неясные определения компетенций магистров;
- проблемы, касающиеся набора в магистратуру лиц, имеющих диплом бакалавра, полученный в других вузах и по другому направлению;
- отсутствие четкого порядка госбюджетного нормативного финансирования магистерской подготовки;
- нехватка достаточного опыта полномасштабной реализации магистерских программ, что сказывается на качестве подготовки магистров.

### Заключение

Подготовка магистров региональными вузами рассматривается как одно из приоритетных направлений деятельности. Исследования авторов, проводимые как ранее [3, 9, 10], так и сейчас, позволили установить, что в региональной высшей школе магистратура способствует максимальному использованию научно-педагогического потенциала и подготовке научно-педагогических кадров высшей квалификации, оперативному реагированию на потребности экономики, науки и образования, дает возможность для завоевания конкурентных позиций на российском рынке образовательных услуг. На основе уже сложившейся системы подготовки магистров, отвечающей имеющимся стандартам и учитывающей специфику и традиции Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, сделаны выводы о проблемах и трудностях магистерской подготовки, которые являются характерными для всех региональных вузов. В статье предлагается комплекс организационно-методических мероприятий, внедрение которых приведёт к значительному улучшению качества подготовки магистрантов. Практическая значимость работы подтверждена тем, что выводы и рекомендации авторов статьи

могут оказаться полезными и приемлемыми для высших учебных заведений любых регионов.

### Список литературы

1. Марсова С.Е. Специфика реализации индивидуального образовательного маршрута на уровне магистратуры // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 85 (01) [Электронный ресурс]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/03.pdf> 1 (дата обращения: 08.09.2018).
2. Муравьева Г.Е. О подготовке магистров образования в вузе // Традиции и новации профессионального воспитания в высшей школе: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Кострома, 28–30 октября 2009 г.). Кострома: Издательство КГУ им. Н.А. Некрасова, 2009. С. 153–156.
3. Теммеева С.А. Анализ и обоснование подготовленности абитуриента к обучению в вузе // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ им. В.М. Кокова. 2016. № 4 (14). С. 124–130.
4. Роботова А.С. Проблемы и трудности обучения магистров: взгляд профессора педагогического университета // Непрерывное образование: XXI век. 2017. № 2 (18) [Электронный ресурс]. URL: <https://i1121.petsu.ru/journal/article.php?id=3487> (дата обращения: 23.10.2018). DOI: 10.15393/j5.art.2017.3487.
5. Идиатуллин А.В. Проблемы и перспективы магистратуры в региональных вузах культуры и искусства // Гуманитарные научные исследования. 2014. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://human.snauka.ru/2014/03/6222> (дата обращения: 24.09.2018).
6. Гударенко Ю. Специфика многоуровневой системы высшего профессионального образования в современном российском обществе // Социальная политика и социальное партнерство. 2010. № 7. С. 54–58.
7. Бедный Б.И., Кузенков О.А. Интегрированные образовательные программы «Академическая магистратура – аспирантура» // Высшее образование в России. 2016. № 5. С. 21–32.
8. Абанкина И.В. Двухуровневое образование: анализ подготовки бакалавров и магистров // Ректор вуза. 2008. № 6. С. 28–39.
9. Хачев М.М., Теммеева С.А. Компетентность педагога как резерв повышения эффективности образования в КБГАУ // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26622> (дата обращения: 24.09.2018).
10. Теммеева С.А. Интерактивные образовательные технологии при изучении математических дисциплин // Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика (Воронеж, 9–12 ноября 2015 г.). Воронеж: Издательство Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова, 2015. № 9. часть 1. С. 352–356.
11. Маленков Ю.А. Проблемы подготовки магистров с высокой добавленной ценностью // Высшее образование в России. 2008. № 12. С. 33–41.

УДК 159.9

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МЕТОДИК ДЛЯ ОЦЕНКИ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ У ДЕТЕЙ

<sup>1</sup>Глебова Е.В., <sup>1</sup>Касаткин В.Н., <sup>1</sup>Лихоманова Е.Н., <sup>1,2</sup>Павлов А.Е.

<sup>1</sup>Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачёва, Москва, e-mail: apple89@mail.ru;

<sup>2</sup>Научно-клинический многопрофильный центр медицинской помощи матерям и детям им. З.И. Круглой, Орел

Проблема адаптации и стандартизации психологических методик стоит в нашей стране достаточно остро, особенно это касается их использования для специфических групп детей, таких как дети, перенесшие онкологические заболевания. Согласно статистике до 40% детей после лечения онкологических заболеваний имеют стойкие когнитивные нарушения, а в группе детей, перенесших опухоли головного мозга (ОГМ), этот процент значительно выше. Мониторинг этого процесса позволит как можно раньше отслеживать возможные нарушения в когнитивной сфере не только для оценки токсических эффектов лечения, но и для оказания своевременной помощи нейрокогнитивной реабилитации. По наиболее проблемной группе, детей с ОГМ, был достигнут консенсус по использованию стандартного набора тестовых методик для оценки таких психических функций, как скорость обработки, мелкая моторика, внимание, память, зрительно-пространственное восприятие, исполнительные функции, мышление. В нашей стране нет нормативных показателей по этим методикам, поэтому целью данной работы было нормирование этой батареи на российской выборке. В настоящей работе представлены результаты по 1-му этапу. В исследовании приняли участие школьники начальных классов г. Орла. Были получены результаты по 12 тестам для 4-х возрастных категорий (7, 8, 9 и 10 лет). Эти данные можно рассматривать как предварительные, так как для получения отечественных норм необходимо увеличить объем выборки и сделать её более репрезентативной. Однако проведенное исследование показало перспективность использования этой батареи как в клинике, так и для здоровых детей.

**Ключевые слова:** когнитивные функции, измерение, тесты, нормирование, возрастная психология, детская онкология

## PRELIMINARY RESULTS OF NORMALIZATION OF A COMPLEX OF METHODS FOR COGNITIVE SPHERE ASSESSMENT IN CHILDREN

<sup>1</sup>Glebova E.V., <sup>1</sup>Kasatkin V.N., <sup>1</sup>Likhomanova E.N., <sup>1,2</sup>Pavlov A.E.

<sup>1</sup>National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology Dmitry Rogachev, Moscow, e-mail: apple89@mail.ru;

<sup>2</sup>Scientific and clinical multidisciplinary center for medical care for mothers and children Z.I. Kruglaya, Orel

The problem of adaptation and standardization of psychological methods is rather acute in our country, especially as regards their use for specific groups of children, such as children who have undergone cancer. According to statistics, up to 40% of children after cancer treatment have persistent cognitive impairment, and in the group of children who have undergone brain tumors (BT), this percentage is much higher. Monitoring of this process will allow as early as possible to monitor possible violations in the cognitive sphere, not only to assess the toxic effects of treatment, but also to provide timely assistance to neurocognitive rehabilitation. According to the most problematic group, children with BT, a consensus was reached on using a standard set of test methods for evaluating such mental functions as processing speed, fine motor skills, attention, memory, visual-spatial perception, executive functions, thinking. In our country there are no standard indicators for these methods, therefore the purpose of this work was the rationing of this battery in the Russian sample. We made the first attempt to ration this battery in the Russian sample. The study involved primary schoolchildren in Orel. Results were obtained for 12 subtests for 4 age categories (7, 8, 9, and 10 years). These data can be considered as preliminary, since in order to obtain domestic standards it is necessary to increase the sample size and make it more representative. However, a study conducted showed the promise of using this battery both in the clinic and for healthy children.

**Keywords:** cognitive functions, measurement, tests, rationing, age psychology, children's oncology

Проблема адаптации и стандартизации психологических методик стоит в нашей стране достаточно остро, особенно это касается их использования для специфических групп детей, таких как дети, перенесшие онкологические заболевания. Выживаемость после лечения острого лейкобластного лейкоза (ОЛЛ) составляет около 90% [1]. После лечения опухолей ЦНС 5-летняя выживаемость составляет

60–70% [2]. Поэтому главный интерес на сегодняшний день представляет качество жизни после лечения.

Согласно статистике более 40% детей после лечения онкологических заболеваний имеют стойкие когнитивные нарушения [3]. Данные дефициты могут быть тотальными, а могут проявляться в одной или нескольких психических функциях. Они могут быть обусловлены либо спецификой опухо-

левого процесса, либо являться последствием проводимой терапии. Мониторинг этого процесса позволит как можно раньше отслеживать возможные нарушения в когнитивной сфере не только для оценки токсических эффектов лечения, но и для оказания своевременной помощи нейрокогнитивной реабилитации.

В мировой практике в сфере детской онкопсихологии для оценки когнитивных дефицитов у детей после онкологических заболеваний была принята батарея тестов, которая оценивает психические функции, которые в большей степени страдают в результате лечения: это скорость обработки информации, мелкая моторика, исполнительные функции, внимание, память, мышление. Это базовые психические функции, которые лежат в основе способности ребенка к школьному обучению.

Эта батарея тестов была сформирована группой ученых Европейского общества детской нейроонкологии, которые в течение 8 лет анализировали национальный опыт 11 европейских стран по оценке последствий лечения опухолей ЦНС, а также использовался опыт работы исследователей Северной Америки [4, 5]. Предлагаемая конструкция для оценки последствий опухолей головного мозга была определена в процессе группового соглашения, а также на основе обсуждения современной литературы и клинического опыта. Приоритет отдан тестам, которые широко доступны на международном уровне вне зависимости от национальных особенностей каждой страны.

Ценность данных, которые предполагается получить с помощью предложенной батареи тестов, заключается в их универсальности как с точки зрения оценки когнитивных функций конкретного ребенка, так и с точки зрения накопления данных и сравнения последствий различных схем лечения как внутри страны, так и между разными странами и протоколами, с учетом особенностей генных полиморфизмов.

Цель исследования: сбор данных по батарее когнитивных тестов (БКТ).

## Материалы и методы исследования

Нами было проведено предварительное исследование, в котором приняли участие дети, учащиеся начальных классов школ г. Орла. Всего было обследовано 182 школьника в возрасте от 7 до 10 лет. Было выделено 4 возрастные категории: 7 лет, 8 лет, 9 лет и 10 лет. Более подробно участники описаны в табл. 1.

Всем детям предлагалось выполнить 10 субтестов, направленных на оценку высших психических функций. Результаты заносились в протокол в виде сырых данных, которые имели разные единицы измерения (табл. 2).

Тест перешифровки представляет собой бланк с цифрами [6]. Каждая цифра имеет свой «код». Ребенку нужно за 2 минуты перешифровать как можно больше цифр, то есть вписывать под каждой цифрой соответствующий код. Исследование мелкой моторики проводится с помощью специальной панели (Грувд пегборд), которая представляет собой поле с отверстиями. Отверстия имеют круглую форму с прямоугольной бороздкой, которая может быть ориентирована случайным образом. Ребенок должен как можно быстрее разместить в эти отверстия штырьки, повторяющие форму отверстия.

Концентрация внимания оценивалась тестом «Последовательность-1» [7, 8]. Ребенку предлагалось как можно быстрее соединить по порядку цифры от 1 до 15, расположенных на бланке случайным образом. Перед выполнением ребенок проходит тренировочное задание.

Тесты на память представлены тестом «Прямой числовой ряд» и тестом «Избирательное зрительное запоминание». В тесте «прямой числовой ряд» [6] ребенок повторяет за взрослым ряды чисел с возрастающим количеством цифр. За каждый правильный ответ ребенок получает 1 балл. Избирательное зрительное запоминание, представляет собой бланк, разбитый на 8 секторов (6 для детей до 8 лет). В каждом секторе находится по 5 окружностей, расположенных по-разному друг относительно друга, и ребенку предлагается запомнить расположение 1 окружности в каждом секторе. Предлагается выполнить это задание за 5 попыток, при этом исследователь каждый раз показывает только те окружности, которые ребенок запомнил неправильно.

Для оценки зрительно-пространственного восприятия участникам предлагалось скопировать пространственно-ориентированную фигуру Рея – Остерица (КФРО). Рисунок ребенка анализировался по 18 параметрам, каждый из которых оценивался общим баллом (от 0 до 2) по двум критериям (точность расположения и точность изображения) [9,10]. Максимальное количество баллов составляло – 36.

Таблица 1

Описание выборки участников исследования

Возраст (лет:мес)	Всего	Мальч.	Дев.	Ср. возр (мес.)	Возр. (ст. откл)
7:0–7:11	31	16	15	90	3,25
8:0–8:11	74	38	36	102	3
9:0–9:11	55	20	35	113	3,6
10:0–10:11	22	10	12	126	3,6
Всего	182	84	98		

Таблица 2

Состав батареи когнитивных тестов и единицы измерения

№ п/п	Психическая функция	Субтест	Оригинальная методика	Ед. измерения
11	скорость зрительно-моторной обработки информации (процессинг)	тест перешифровки Coding (ПШ)	WISC-VI	Кол-во правильно выполненных стимулов за 120 сек.
22	мелкая моторика	тест доска с отверстиями/грудьд пегборд (ГП)	grooved pegboard	Время выполнения в сек.
33	концентрация зрительного внимания	тест Последовательность 1 ССТТ-1 (П-1)	Children Colored Trail Test	Время выполнения в сек.
44	кратковременная акустическая память	тесты прямой числовой ряд Digit Span Forward (ПЧР)	WISC-VI	Кол-во правильно выполненных стимулов (баллы)
55	кратковременная зрительная память	избирательное зрительное запоминание (Visual Selective remaining (ИЗЗ))	TOMAL-2	Кол-во правильно выполненных стимулов (баллы)
66	зрительно-пространственное восприятие	копирование фигуры Рея – Остерица (КФРО)		Баллы
77	рабочая память	тест обратный числовой ряд Digit Span Backward (ОЧР)	WISC-VI	Кол-во правильно выполненных стимулов (баллы)
88	когнитивная гибкость	тест Последовательность 2 (ССТТ-2) (П-2)	Children Colored Trail Test	Время выполнения в сек.
99	вербальная беглость	Буквы П, О, С	тест направленных вербальных ассоциаций	Кол-во правильно выполненных стимулов (баллы)
10	невербальное мышление	тест решение матриц Matrix reasoning (PM)	WISC-IV	Кол-во правильно выполненных стимулов (баллы)

Исследование исполнительных функций включало в себя тесты на рабочую память, когнитивную гибкость и вербальную беглость. Рабочая память оценивалась с помощью теста «обратный числовой ряд» [6], где ребенку надо было называть предъявляемую числовую последовательность в обратном порядке. Тест на когнитивную гибкость «Последовательность-2» является модификацией известного теста Trail-2, но в отличие от него не содержит букв латинского алфавита [7, 8]. В нем необходимо соединить по порядку цифры от 1 до 15, которые помещены в желтые и розовые кружки, выбирая цифры таким образом, чтобы цвет менялся от цифры к цифре. Результатом теста является время прохождения последовательности.

Вербальная беглость или тест направленных вербальных ассоциаций предлагает называть как можно больше слов в течение одной минуты на буквы, которые являются самыми часто встречаемыми буквами в начале слова. Для русского языка это буквы П, О, С. Невербальное мышление оценивалось с помощью теста «решение матриц» [6]. Детям предлагалось 35 усложняющихся заданий, где необходимо проанализировать связь между представленными в матрице элементами и найти недостающий элемент.

Для проведения диагностики были разработаны протоколы, куда специалисты заносили результаты.

**Результаты исследования и их обсуждение**

В результате обработки данных программой SPSS v.23, были получены распре-

деления результатов для каждой возрастной категории (табл. 3–6).

Мы получили средние значения выполнения каждого субтеста для каждого возрастного диапазона, что позволит задать интервалы уровней выполнения каждого субтеста. Были получены значимые различия при выполнении субтестов между возрастными подгруппами (7 и 8 лет –  $p_1$ ; 8 и 9 лет –  $p_2$ , 9 и 10 лет –  $p_3$ ). В тесте перешифровки (рис. 1) получены значимые различия между всеми возрастными категориями, дети с возрастом лучше справлялись с этим заданием ( $p_2 = 0,0196$ ;  $p_3 = 0,008$ ). Здесь следует отметить, что 7-летние дети проходили субтест на другом стимульном материале, чем остальные дети, и сравнивать их сырые результаты с выполнением в других подгруппах в данном случае нельзя. В субтесте прямой числовой ряд (рис. 2) значимые различия были получены только между группами 8 и 9 лет, в остальных двух случаях наблюдается улучшение показателей, но их значимость не подтверждена ( $p_1 = 0,64$ ;  $p_2 = 0,004$ ;  $p_3 = 0,07$ ). При прохождении субтеста на рабочую память (ОЧР) (рис. 3) также можно отметить, что значимые различия были зафиксированы только между подгруппами 8 лет и 9 лет, 9 лет и 10 лет ( $p_1 = 0,06$ ;  $p_2 = 0,02$ ;  $p_3 = 0,009$ ).

Таблица 3

Распределение показателей прохождения батареи когнитивных тестов для детей 7 лет

	ПШ	ГП	П1	ПЧР	ИЗЗ	КФРО	ОЧР	П2	П	О	С	РМ	
N Валидные	31	28	31	31	31	29	31	31	31	31	31	31	
Пропущенные	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
Среднее	42,97	91,43	39,73	7,13	24,23	15,90	5,36	74,86	4,45	2,65	4,58	15,32	
Ст. ошибка ср. знач-я	2,1	4,17	2,06	,296	1,06	1,42	,22	4,13	,473	,375	,599	1,048	
Среднекв. отклонение	11,72	22,05	11,45	1,65	5,91	7,66	1,23	22,97	2,63	2,09	3,33	5,83	
Минимум	21,0	67,0	19,0	4,0	11,0	2,50	4,0	38,0	1,0	,00	,00	7,0	
Максимум	61,0	169,0	68,0	14,0	40,0	30,0	8,0	132,0	12,0	7,0	15,0	27,0	
Процентили													
	25	32,0	77,0	33,0	6,0	21,0	12,0	4,0	56,0	3,0	1,0	2,0	11,0
	50	43,0	88,5	39,0	7,0	26,0	15,50	5,0	72,0	5,0	3,0	4,0	13,0
	75	53,0	100,0	50,0	8,0	28,0	21,8	6,0	90,0	6,0	4,0	6,0	19,0

Таблица 4

Распределение показателей прохождения батареи когнитивных тестов для детей 8 лет

	ПШ	ГП	П1	ПЧР	ИЗЗ	КФРО	ОЧР	П2	П	О	С	РМ	
N Валидные	73	68	73	73	72	72	73	73	73	73	73	73	
Пропущенные	0	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
Среднее	37,64	79,34	35,36	7,21	26,78	23,42	5,89	63,4	6,36	3,4	5,97	18,77	
Ст. ошибка ср. знач-я	,844	1,99	1,46	,143	,709	,772	,160	2,14	,344	,223	,277	,523	
Среднекв. отклонение	7,21	16,38	12,49	1,22	6,02	6,56	1,37	18,31	2,94	1,91	2,37	4,47	
Минимум	23,0	59,0	17,0	3,0	12,0	4,0	3,0	32,0	,00	,00	,00	9,0	
Максимум	56,0	180,0	78,0	10,0	40,0	35,0	9,0	120,0	12,0	9,0	13,0	26,0	
Процентили													
	25	33,0	70,25	26,0	6,50	24,0	19,5	5,0	50,0	4,0	2,0	4,50	14,50
	50	37,0	76,0	33,0	7,0	27,0	24,5	6,0	60,0	7,0	3,0	6,0	20,0
	75	42,5	86,0	44,0	8,0	29,75	28,0	7,0	70,50	9,0	5,0	7,50	22,0

Таблица 5

Распределение показателей прохождения батареи когнитивных тестов для детей 9 лет

	ПШ	ГП	П1	ПЧР	ИЗЗ	КФРО	ОЧР	П2	П	О	С	РМ	
N Валидные	56	45	56	56	56	55	56	56	56	56	56	56	
Пропущенные	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Среднее	43,91	73,8	30,57	7,96	29,45	25,97	6,50	59,45	7,45	4,27	7,38	19,68	
Ст. ошибка ср. знач-я	1,10	1,56	1,6	,197	,936	,88	,173	2,91	,517	,31	,395	,561	
Среднекв. отклонение	8,25	10,47	11,91	1,48	7,001	6,53	1,29	21,78	3,87	2,28	2,96	4,196	
Минимум	29,0	56,0	13,0	4,0	15,0	10,0	4,0	5,0	,00	,00	1,0	9,0	
Максимум	69,0	98,0	70,0	12,0	40,0	34,0	10,0	142,0	21,0	10,0	17,0	28,0	
Процентили													
	25	38,0	67,0	22,0	7,0	25,0	22,0	6,0	45,25	4,25	2,25	5,25	18,0
	50	44,5	70,0	28,5	8,0	30,0	28,0	6,5	55,0	7,5	4,5	7,0	20,0
	75	49,0	80,0	36,75	9,0	36,0	31,0	7,0	73,5	9,0	6,0	9,0	23,0

Таблица 6

Распределение показателей прохождения батареи когнитивных тестов для детей 10 лет

	ПШ	ГП	П1	ПЧР	ИЗЗ	КФРО	ОЧР	П2	П	О	С	РМ	
N Валидные	22	20	22	22	22	20	21	22	22	22	22	22	
Пропущенные	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	
Среднее	50,14	69,19	27,0	8,73	30,64	27,75	7,52	53,18	8,23	4,82	8,91	21,68	
Ст. ошибка ср. знач-я	2,499	2,20	2,3	,41	1,31	1,44	,45	3,73	,73	,63	,631	,75	
Среднекв. отклонение	11,72	9,86	10,81	1,93	6,13	6,43	2,04	17,503	3,44	2,94	2,96	3,497	
Минимум	22,0	46,0	10,0	7,0	17,0	13,5	4,0	25,0	1,0	1,0	5,0	14,0	
Максимум	66,0	90,0	50,0	13,0	40,0	35,0	12,0	93,0	14,0	12,0	15,0	30,0	
Процентили													
	25	40,75	63,0	17,5	7,0	27,5	27,0	6,0	40,25	5,75	2,75	6,0	20,0
	50	52,50	69,0	29,0	8,0	31,0	28,25	8,0	52,5	8,0	4,50	9,0	21,0
	75	60,25	77,25	34,5	10,0	35,5	33,0	9,0	63,0	11,25	6,25	11,0	22,25

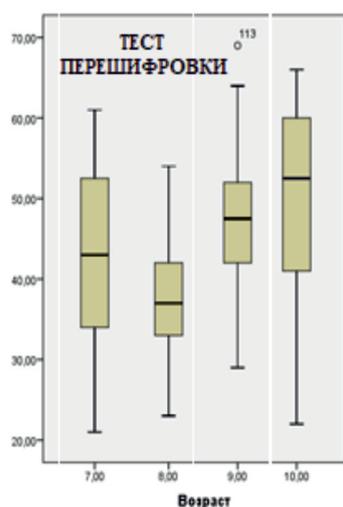


Рис. 1. Распределение результатов по возрастам в тесте перешифровки

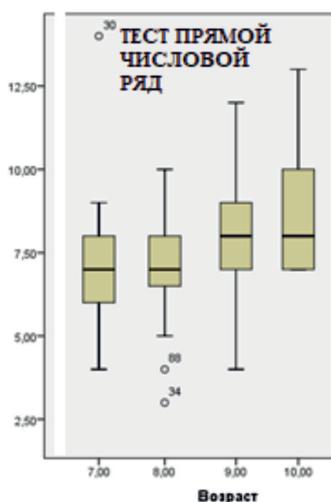


Рис. 2. Распределение результатов по возрастам в тесте ПЧР

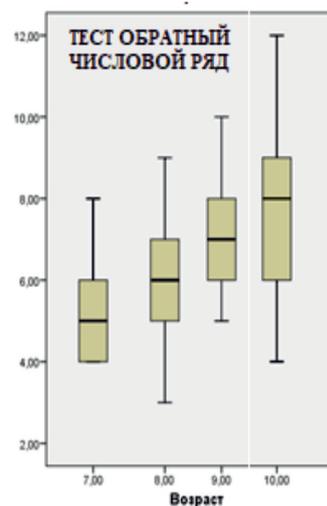


Рис. 3. Распределение результатов по возрастам в тесте ОЧР

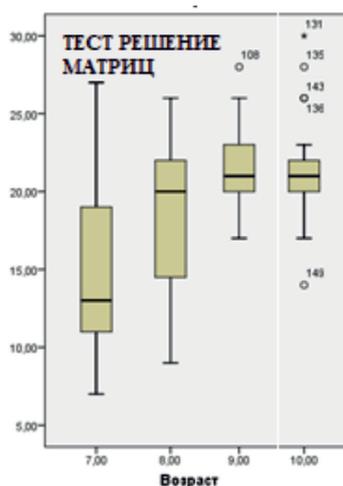


Рис. 4. Распределение результатов по возрастам в тесте решение матриц

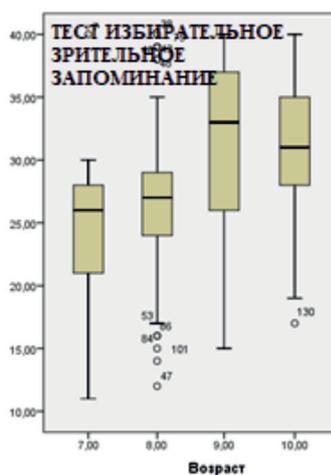


Рис. 5. Распределение результатов по возрастам в тесте избирательное зрительное запоминание

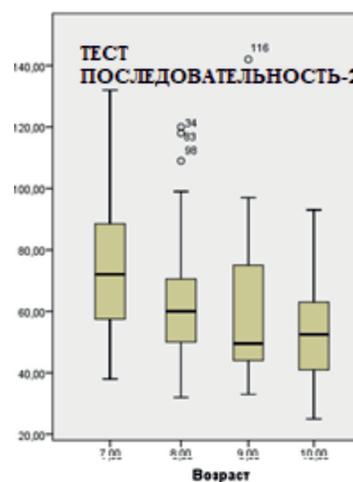


Рис. 6. Распределение результатов по возрастам в тесте последовательность-2

Выполнение субтеста «Решение матриц» (рис. 4) значительно различалось только в подгруппах 7 и 8 лет. В остальных случаях, хотя результат увеличивался с каждым годом, значимых различий зафиксировано не было ( $p_1 = 0,002$ ;  $p_2 = 0,28$ ;  $p_3 = 0,12$ ). Задание на запоминание пространственно-ориентированной информации (избирательное зрительное запоминание) (рис. 5) с каждым годом выполнялось все лучше и лучше, кроме 10 лет. Здесь значимого увеличения результата не было ( $p_1 = 0,05$ ;  $p_2 = 0,03$ ;  $p_3 = 0,47$ ). Значимые различия между воз-

растными подгруппами были получены при выполнении субтестов на когнитивную гибкость (Последовательность-2, рис. 6) ( $p_1 = 0,01$ ;  $p_2 = 0,02$ ).

Интересные результаты получились в тесте на вербальную беглость, когда детям нужно было в течение одной минуты назвать как можно больше слов на буквы П, О, С (рис. 7–9). Наблюдается значительный рост называемых слов по всем трем буквам между 7 и 8 годами. Возможно, это связано с тем, что обучаясь в школе, ребенок начинает активно задейство-

вать фонетико-фонематический анализ, словарь, тем самым облегчая задачу актуализации слов по заданному фонематическому признаку (П:  $p_1 = 0,002$ ; О:  $p_1 = 0,03$ ; С:  $p_1 = 0,02$ ). Между 8 и 9 годами нет значительной разницы при назывании слов на букву П ( $p_2 = 0,1$ ), но появляется различие при назывании слов на букву О ( $p_2 = 0,03$ ) и С ( $p_2 = 0,004$ ). Между 9 и 10 годами нет различий при назывании слов на первые буквы: П ( $p_3 = 0,36$ ) и О ( $p_3 = 0,34$ ), однако есть значимые различия при назывании слов на последнюю букву С ( $p_3 = 0,04$ ). Данный феномен может говорить об истощении деятельности у более младших детей и увеличении работоспособности к 10 годам.

При копировании фигуры Рея – Остерица (рис. 10) также отмечается значимая тенденция к увеличению общего балла с увеличением возраста ребенка. Так, 8-летние дети выполняют задание лучше, чем 7-летние ( $p_1 = 0,004$ ), 9-летние лучше, чем 8-летние ( $p_2 = 0,05$ ). Значимых различий выполнения предложенного задания между 9 и 10-летними детьми выявлено не было ( $p_3 = 0,1$ ). Такие же результаты были получены и при сравнении выполнения детьми разных возрастов теста на мелкую моторику – Грувд пегборд (рис. 11). Различия были значимыми у детей более младшего возраста ( $p_1 = 2,6919E-06$ ;  $p_2 = 0,04$ ) и практически не было различий между выполнением субтеста в 9 и 10 лет ( $p_3 = 0,27$ ).

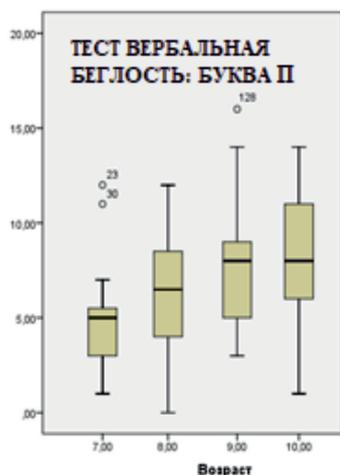


Рис. 7. Распределение результатов по возрастам в тесте вербальная беглость (П)

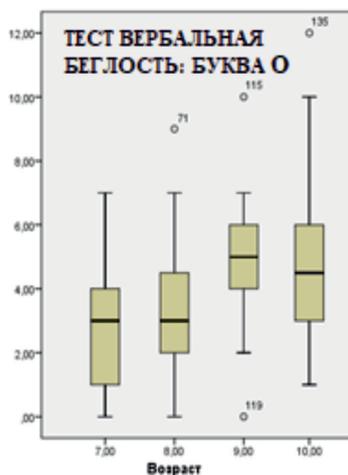


Рис. 8. Распределение результатов по возрастам в тесте вербальная беглость (О)

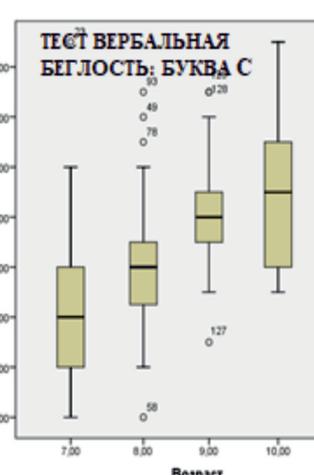


Рис. 9. Распределение результатов по возрастам в тесте вербальная беглость (С)

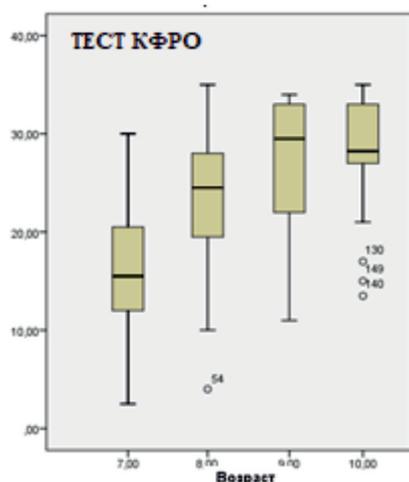


Рис. 10. Распределение результатов по возрастам в тесте копирование фигуры Рея-Остерица

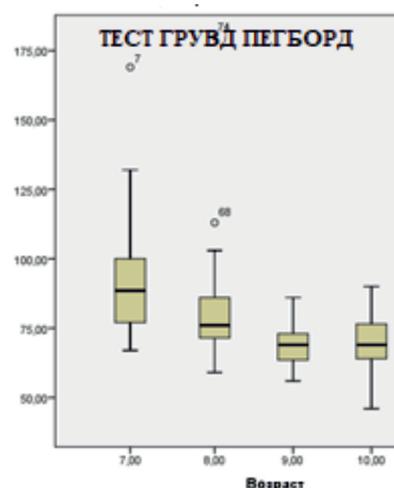


Рис. 11. Распределение результатов по возрастам в тесте грувд пегборд

Распределение результатов проведения батареи тестов в 4-х возрастных подгруппах

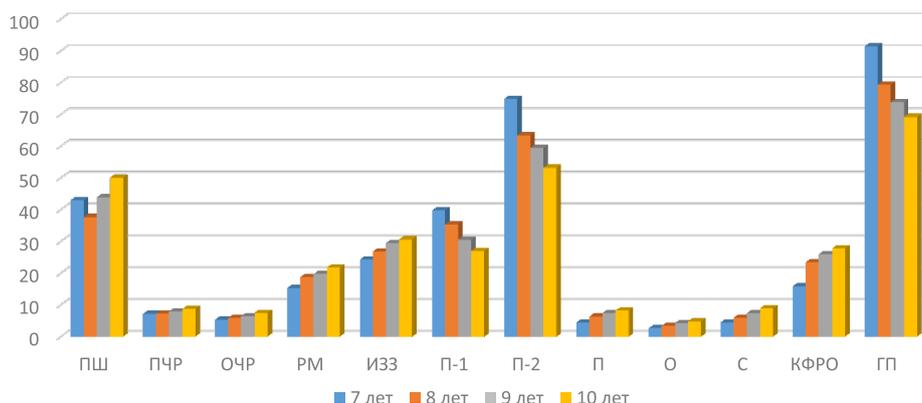


Рис. 12. Выполнение батареи когнитивных тестов младшими школьниками

Результаты выполнения БКТ во всех возрастных категориях наглядно показаны на рис. 12.

### Заключение

Таким образом, мы сделали первую попытку применить батарею методов для оценки когнитивной сферы на выборке российских детей. Как оказалось, в нашей стране крайне мало методов, которые можно было бы использовать в психодиагностике интеллекта, поэтому мы обратились к международному опыту. Использование зарубежных методов несет в себе массу трудностей, начиная с их приобретения, перевода и адаптации, а также сбора норм для того, чтобы данный метод мог бы применяться в качестве диагностического.

Предложенная здесь батарея тестов является компедиумом тестов, взятых из различных методик для диагностики когнитивных процессов. Особенностью данной батареи является то, что она состоит из невербальных тестов, что помогло избежать необходимости адаптации субтестов к языковой специфике нашей страны. В переводе нуждались только инструкции, которые специалист предъявляет детям, а также руководство к проведению каждого субтеста. Однако эта же особенность является и недостатком, поскольку здесь не представлен вербальный компонент когнитивных процессов. Работа по адаптации имеющихся англоязычных вербальных тестов, а также создание собственных методик планируется, но на данный момент в нашем арсенале таких методов нет.

Конечно, нормирование тестов – это сложный и трудоемкий процесс, который требует особого подхода к этапам его про-

ведения. Так, при составлении выборки необходимо, чтобы в ней были представлены различные регионы страны, в частности большой интерес представляют билингвальные регионы.

Тем не менее это был первый шаг, который мы сделали по направлению к созданию и нормированию методик по оценке когнитивных функций, который показал перспективность выбранного направления.

### Список литературы

1. Литвинов Д.В., Карелин А.Ф., Романова К.И., Румянцева Ю.В., Карачунский А.И. Лечение острого лимфобластного лейкоза у детей: современные возможности и нерешенные проблемы // Доктор. Ру. 2015 № 10 (111). С. 30–37.
2. Желудкова О.Г. Лечение опухолей головного мозга у детей // Врач. 2011. № 12. С. 23–27.
3. Krull K.R., Gioia G., Ness K., Ellenberg L., Recklitis C., Leisenring W., Huang S., Stovall M., Robison L., Zeltzer L. Reliability and validity of the childhood cancer survivor study neurocognitive questionnaire Cancer, 2008. vol. 113. № 8. P. 2188–2197.
4. Limond J.A., Bull K.S., Calaminus G., Kennedy C.R., Spoudeas H.A., Chevignard M.P., on behalf of the Brain Tumour Quality of Survival Group, International Society of Paediatric Oncology (Europe) (SIOP-E) Quality of survival assessment in European childhood brain tumour trials, for children aged 5 years and over // Official Journal of the European Paediatric Neurology Society. European journal of paediatric neurology 2015. № 19. P. 202–210.
5. Krull K.R., Fatih Okcu M., Potter B., Jain N., Dreyer Z., Kamdar K. Screening for Neurocognitive Impairment in Pediatric Cancer Long-Term Survivors. Journal of clinical Oncology 2008. № 25. P. 4138–4143
6. Wechsler D. The Wechsler intelligence scale for children-fourth edition. London: Pearson. 2003. P. 296.
7. Strauss E., Sherman E., Spreen O. A compendium of neuropsychological tests. 2006. library.mpib-berlin.mpg.de P.1240
8. Jacola L.M., Krull K.R., Pui C.-H., Pei D., Cheng C., Reddick W.E. Longitudinal Assessment of Neurocognitive Outcomes in Survivors of Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia Treated on a Contemporary Chemotherapy Protocol. Journal of clinical Oncology. 2016. № 11. P. 1239–1247.
9. Meyers J., Meyers K. Rey complex figure test under four different administration procedures, The Clinical Neuropsychologist. 1995 V. 9. № 1. P. 63–67.
10. Cheung Y.T., Krull K.R. Neurocognitive outcomes in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia treated on contemporary treatment protocols: A systematic review Neuroscience & Biobehavioral Reviews 2015 V. 53. P. 108–120. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2015.03.016

УДК 159.922

## ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННОГО СТАНОВЛЕНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ

<sup>1</sup>Серебрякова Т.А., <sup>2</sup>Бурханова А.А., <sup>2</sup>Казакова О.М.

<sup>1</sup>Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, Нижний Новгород, e-mail: e-serebrya@yandex.ru;

<sup>2</sup>МА ДОУ «Детский сад № 469», Нижний Новгород, e-mail: k.o.m.2010@mail.ru

В статье представлены результаты экспериментального изучения гендерной специфики духовно-нравственного развития детей среднего дошкольного возраста. Опираясь на работы А.Ф. Ахматова, З.Я. Багishaeva, Б.М. Бим-Бада, Е.В. Бондаревской, Т.И. Власовой, В.А. Глуздова, В.И. Додонова, Л.В. Загрековой, А.В. Мудрик, Н.Д. Никандрова, В.В. Николиной, Л.И. Новиковой, Е.Г. Осовского, В.Г. Пряниковой, З.И. Равкина, И.Н. Сиземской, Г.Н. Филонова и многих других ученых) и выделив в качестве основных параметров оценки уровня духовно-нравственного развития детей когнитивную, предполагающую наличие у детей системных знаний о нормах и правилах взаимодействия в социуме; аффективную, объективно включающую в себя в первую очередь модальность эмоций ребенка, а также характер и направленность его отношения к окружающей действительности, а также поведенческую составляющие, нами была разработана и реализована экспериментальная диагностическая программа изучения уровня духовно-нравственного развития детей, в том числе, – их гендерной специфики в проявлении данных параметров. Вместе с тем, осуществленное нами исследование нашу гипотезу о наличии такой гендерной зависимости не подтвердило: на этапе среднего дошкольного возраста как девочки, так и мальчики в плане проявления духовности и нравственности ведут себя одинаково (большинство детей нами отнесены к среднему уровню духовно-нравственного развития).

**Ключевые слова:** личность, духовно-нравственное становление, гендер, гендерная специфика личностного развития

## GENDER FEATURES OF SPIRITUAL AND MORAL FORMATION OF PRESCHOOL CHILDREN

<sup>1</sup>Serebryakova T.A., <sup>2</sup>Burkhanova A.A., <sup>2</sup>Kazakova O.M.

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Pedagogical University K. Minin, Nizhny Novgorod, e-mail: e-serebrya@yandex.ru;

<sup>2</sup>Municipal autonomous preschool educational institution «Kindergarten № 469», Nizhny Novgorod, e-mail: k.o.m.2010@mail.ru

The article presents the results of an experimental study of the gender specificity of the spiritual and moral development of children of middle preschool age. Based on the work of A.F. Akhmatova, Z. Ya. Bagishaeva, B.M. Bim-Bada, E.V. Bondarevskaya, T.I. Vlasova, V.A. Gluzdova, V.I. Dodonova, L.V. Zagrekova, A.V. Mudrik, N.D. Nikandrova, V.V. Nikolina, L.I. Novikova, E.G. Osovskogo, V.G. Pryanikova, Z.I. Ravkina, I.N. Sizemskoy, G.N. Filonov and many other scientists) and, highlighting the cognitive level of the spiritual and moral development of children as the main parameters, suggesting that children have systemic knowledge of the norms and rules of interaction in society; affective, objectively including, in the first place, the modality of the child's emotions, as well as the nature and direction of his attitude to the surrounding reality, as well as behavioral components, we have developed and implemented an experimental diagnostic program for studying the level of spiritual and moral development of children, including – their gender specificity in the manifestation of these parameters. At the same time, our research didn't confirm our hypothesis about such gender dependence: at the stage of middle preschool age, both girls and boys in terms of the manifestation of spirituality and morality behave the same way (most of the children are classified as average spiritual and moral development).

**Keywords:** personality, spiritual and moral formation, gender, gender specificity of personal development

Как отмечает Л.Э. Семенова, «Одна из ведущих тенденций современной культуры – установка на развитие индивидуальности, которая имеет отношение и к российскому обществу, где с конца 1990-х гг. стал намечаться переход от «узкого» типа социализации (ориентация на жёсткий норматив) к «широкому», предполагающему вариативность норм и поведенческих практик (Т.А. Гурко, 2008). Такого рода изменения, обусловленные процессами демократизации и гуманизации, оказывают влияние и на систему отечественного образования

как общего, так и специального, где теперь делается акцент на индивидуально-личностном подходе в воспитании и обучении подрастающего поколения. Соответственно, на повестку дня ставятся вопросы полноценного развития ребёнка как активного субъекта своей жизнедеятельности и оказания квалифицированной психологической помощи в данном направлении» [1, с. 5]. Одной из актуальных проблем современной психологии является гендерная специфика психических и поведенческих проявлений субъекта.

Осуществленный нами анализ исследований ученых (труды Ю.Е. Алешинной, А.С. Волович, И.С. Клециной, Е.В. Лекторской, А.В. Ореховой, Л.Г. Степановой и т.д.) позволяет говорить о том, что особый интерес для современных исследователей представляют вопросы гендерной социализации личности на базовых уровнях ее становления (работы К. Джеклин, Л. Колберга, Э. Маккоби, С. Томпсона; Т.В. Бендас, И.С. Клециной, И.С. Кона, Л.Э. Семеновской и т.д.).

Работая в инновационно-экспериментальном режиме и изучая закономерности и особенности духовно-нравственного становления детей дошкольного возраста, авторы также заинтересовались вопросом о наличии / отсутствии гендерных различий в воспитании у детей духовности, нравственности, ценностной культуры.

### Материалы и методы исследования

Как отмечает А.И. Кравченко [2], первичная гендерная социализация, как раз и совпадающая с периодом дошкольного детства, осуществляется в семье, которая, как считает исследователь, «закладывает основы идентификации с полом. Мальчики играют в военные игры, а девочки в куклы, мальчиков учат быть смелыми, деловыми, девочек – мягкими, хозяйственными, заботливыми. таков отработанный тысячелетиями нормальный путь социализации. Ненормальным он становится тогда, когда мальчиков обучают женским качествам, а девочек – мужским [2, с. 413]. Именно в общении с близким взрослым у ребенка формируются гендерные «маркеры» и «стереотипы», «обозначающие, кому и с кем играть или дружить, почему мальчики и девочки различаются и чего они должны делать» [2, с. 419].

Акцент на определяющей роли семьи в гендерной социализации ребенка делает и И.С. Клецина [3], называя в качестве основного механизма ранней гендерной социализации подражание и идентификацию ребенка с родителем своего пола. Отмечая, что девочки в качестве образца выделяют маму, стремясь во всем быть на нее похожей, а мальчики – папу, автор обращает внимание на тот факт, что именно родители выступают основным «агентом» гендерного становления ребенка. Особое значение, по мнению исследователя, в формировании гендера детей имеют те установки, особенности взаимоотношений в семье, стиль жизни семьи, которым родители следуют и к которым приучают своих детей с первых дней их жизни.

Значение для формирования гендерной специфики на базовых уровнях онтогенеза имеют и те требования, которые родители предъявляют к своим детям. Если от мальчика родители традиционно требуют активности, инициативы, отсутствия излишних эмоций, от девочек ожидают пассивности, спокойствия, аккуратности, эмоциональности.

Осуществив анализ исследований ученых в области духовно-нравственного становления личности, в том числе, и на базовых уровнях онтогенеза (работы А.Ф. Ахматова, З.Я. Багишаева, Б.М. Бимбада, Е.В. Бондаревской, Т.И. Власовой, В.А. Глуздова, В.И. Додоновой, Л.В. Загрековой, А.В. Мудрик, Н.Д. Никандрова, Л.И. Новиковой, Е.Г. Осовского,

В.Г. Пряниковой, З.И. Равкина, И.Н. Сиземской, Г.Н. Филонова и многих других ученых) и выделив в качестве основных параметров оценки уровня духовно-нравственного развития детей когнитивную составляющую, предполагающую наличие у детей системных знаний о нормах и правилах взаимодействия в социуме; аффективную составляющую, объективно включающую в себя в первую очередь модальность эмоций ребенка, а также характер и направленность его отношения к окружающей действительности, а также поведенческую составляющую, которая, по мнению авторов, интегрирует первые две и выступает показателем уровня духовно-нравственного развития, авторами была разработана и реализована экспериментальная диагностическая программа изучения уровня духовно-нравственного развития детей, в том числе – их гендерной специфики в проявлении данных параметров.

### Результаты исследования и их обсуждение

В качестве примера приведем результаты диагностического исследования, полученные нами по итогам работы с детьми среднего дошкольного возраста.

В качестве респондентов в данном исследовании приняли участие 120 детей: 60 мальчиков и 60 девочек.

К *высокому уровню* духовно-нравственного развития нами отнесены 11 мальчиков и 17 девочек. Качественный анализ полученных экспериментальных данных позволяет говорить о том, что как для мальчиков, так и для девочек типичными являются следующие проявления:

– высокая степень эмоциональных проявлений. Результаты заполнения оценочной шкалы эмоциональных проявлений ребенка показывают, что как мальчики, так и девочки ярко выражают свои как позитивные, так и негативные эмоции. Например, респондент 1 (мальчик), утром, приходя в детский сад, активно проявляет радость в присутствии любимого воспитателя. Вечером же, когда приходит время прощаться, ребенок искренне расстраивается (плечи и уголки губ опускаются вниз, меняется интонация речи). Аналогично ведет себя и респондент 5 (девочка): придя в детский садик и увидев воспитателя, ребенок улыбается, машет рукой в знак приветствия, обнимает воспитателя. Данные примеры также позволяют говорить об активном использовании детьми с высоким уровнем духовно-нравственного развития всего арсенала средств эмоциональной выразительности (у них яркие как вербальные, так и невербальные проявления);

– оптимальная работоспособность. По результатам, полученным нами по итогам реализации методики «Домики» О.А. Ореховой [4] и «Цветовой тест отношений» А.М. Эткинды [5], мы видим, что дети, отнесенные нами к высокому уровню духов-

но-нравственного развития, вне зависимости от половой принадлежности активны, бодры, готовы к энергетическим затратам (с удовольствием посещают занятия физической культурой). У них фиксируется устойчивое позитивное отношение и к себе, и к сверстникам, и к воспитателям; дети веселы, настроены оптимистично. Например, итоги реализации «Цветового теста отношений» А.М. Эткинда [5] показали, что как респондент 1 (мальчик), так и респондент 5 (девочка), раскрашивая предложенный рисунок, для проявления позитивных эмоций выбирают яркие цвета. Негативные же свои проявления ребенок показывает, выбирая для рисунка серый, коричневый и черный цвета;

– у данных детей фиксируется высокая степень аутентичности соотнесения понятия и цветового выбора. Диагностика эмоционально-нравственного развития ребенка показала, что девочки, имеющие высокий уровень духовно-нравственного воспитания, довольно успешно соотносят внешне демонстрируемое поведение с соответствующей оценкой. Так, респондент 5 (девочка) демонстрирует точную логическую связь, соответствующую поступку и цветовому выбору: «Ольга Ивановна – моя любимая воспитательница, значит, я ее отмечу красным цветом, ведь красный мой самый любимый цвет!» Аналогично проявляют себя и мальчики. Респондент 1, раскрашивая картинку, на которой изображен замахивающийся ребенок, говорит: «Бить кого-то – это плохо, значит, я выберу черный цвет»;

– высокий уровень коммуникативных качеств личности. Методика «Каков ребенок во взаимоотношениях с окружающими людьми?» [6] позволяет сделать вывод о том, что и девочки, и мальчики, принявшие участие в нашем исследовании и отнесенные нами к высокому уровню духовно-нравственного развития, демонстрируют и высокий уровень коммуникативных навыков. Дети (вне зависимости от пола) активно обращаются за помощью как ко взрослым, так и к своим сверстникам; охотно задают вопросы; комментируют происходящие события. Они отзывчивы, вежливы, ответственны (в меру своих возрастных возможностей). Так, респондент 5 (девочка), испытывая затруднения в выполнении поручения, обращается к воспитателю по имени и отчеству, используя слова «пожалуйста» и «спасибо», просит ей помочь. Респондент 1 (мальчик) легко налаживает контакт со сверстниками, активно обращается к ним, предлагает свою помощь, когда это необходимо, в том числе и воспитателю;

– преобладание социальной направленности в ситуации выбора. Результаты реа-

лизации методики «Изучение соподчинения мотивов» [4] свидетельствуют о том, что вне зависимости от гендера, дети, отнесенные нами к высокому уровню духовно-нравственного развития, проявляют ориентацию на социальные нормы, правила, морально-нравственные аспекты поведения. Для них (как для девочек, так и для мальчиков) является важной оценка окружающих (как сверстников, так и взрослых). Например, респондент 5, в ситуации, когда ее попросили помочь воспитателю расставить на столы чашки (девочка в это время играла), делает выбор в пользу дела, откладывая игрушки. При этом она говорит: «Вот сейчас я все сделаю, тогда и поиграю».

*Средний уровень* духовно-нравственного развития нами зафиксирован у 45 мальчиков и 42 девочек. Качественный анализ проявлений данных детей позволяет констатировать следующее:

– заполнение оценочной шкалы эмоциональных проявлений ребенка показало, что эмоции данных детей не отличаются яркостью. Вместе с тем для демонстрация своих аффектов данными детьми осуществляется и вербально, и невербально (их мимика и жестикуляция достаточно яркие. Особенно в жизненных ситуациях, связанных с удовлетворением непосредственных потребностей данных детей). Например, респондент 3 (мальчик) проявляет свою радость (хлопает в ладоши), увидев знакомую игрушку. Респондент 9 (девочка) демонстрирует радость при встрече со своей подружкой. С остальными детьми и взрослыми она сдержанна. Респондент 24 (мальчик) настороженно относится к незнакомым людям: старается говорить тише, не говорит о своих потребностях;

– реализация методик «Домики» О.А. Ореховой [4] и «Цветовой тест отношений» А.М. Эткинда [5] показывает, что данные дети нуждаются в систематической компенсации состояния усталости за счет снижения их активности. Особенно это касается мальчиков. Так, респондента 24 (мальчика) воспитатель попросила помочь собрать игрушки перед прогулкой. Ребенок сначала отказывался выполнить просьбу, ссылаясь на то, что он долго играл и устал. После того, как ему воспитатель дала время отдохнуть, включился в работу, но помогал убирать игрушки, не проявляя активности и инициативы;

– диагностика эмоционально-нравственного развития ребенка показала, что мальчики, имеющие средний уровень духовно-нравственного воспитания, могут соотносить внешне демонстрируемое поведение с соответствующей оценкой, но нередко осуществляют выбор цвета, не соответству-

ющего ситуации (например, обозначают «позитивным» цветом явно негативные ситуации), что можно объяснить недостаточным уровнем развития рефлексивных способностей и способностей к объективной оценке себя и окружающей действительности, а также эмоциональной восприимчивостью и отзывчивостью детей 5-го года жизни. Так, респондент 9 комментирует выполнение задания: «Мой любимый цвет – зеленый, потому что у меня зеленая шапка и шарф, поэтому мое настроение в группе тоже будет зеленого цвета»;

– данные, полученные нами по итогам реализации методики «Каков ребенок во взаимоотношениях с окружающими людьми?» [6], свидетельствуют о том, что дети, отнесенные нами к среднему уровню духовно-нравственного развития, как девочки, так и мальчики, имеют определенные проблемы с коммуникацией: ко взрослому они обращаются лишь в рамках конкретной ситуации, связанной с удовлетворением их потребностей (подать игрушку, открыть дверь, застегнуть пуговицы и т.д.). Вопросы эти дети задают крайне редко, опять же лишь в том случае, если это им необходимо или если ситуация привлекает их внимание, им интересна. Комментируют происходящие события они также только в том случае, если они заинтересовали ребенка. Например, респондент 3 (мальчик) включается в игру только тогда, когда берут его любимые игрушки или играют его друзья. В остальное время ребенок не проявляет интереса к совместным со сверстникам играм;

– по результатам реализации методики «Изучение соподчинения мотивов» [4] мы можем сделать вывод о том, что если данные дети и сориентированы на выполнение социальных норм, правил, морально-нравственных аспектов поведения, то лишь в тех случаях, когда данные нормативы полностью удовлетворяют его собственные потребности или заимствованы у сверстников, которые для детей дошкольного возраста начинают выступать референтной группой. Другими словами, социальные нормативы поведения детей, которых мы отнесли к среднему уровню духовно-нравственного развития, носят субъективный характер. Так, респондент 9 (девочка) комментирует свои поступки: «А Маша сказала, что если я не буду сразу убирать все игрушки, то ничего страшного не случится!».

К низкому уровню духовно-нравственного развития мы отнесли 4 мальчиков и 1 девочку. Данные дети в эмоциональном плане практически себя не проявляют (они индифферентны и никак не реагируют даже

на появление в группе новых игрушек). Более того, они не только не проявляют свои собственные эмоции, но и не могут дифференцировать эмоции в рамках реализации рисуночного теста «Цветовой тест отношений» А.М. Эткинда [5]. Этим детям свойственна низкая работоспособность, что, как мы считаем, может быть связано с физиологическими особенностями или состоянием их здоровья на момент проведения исследования. Результаты реализации методики «Каков ребенок во взаимоотношениях с окружающими людьми?» [6] позволяют говорить об устойчивом негативном отношении данных детей и к себе, и к окружающим (сверстникам, воспитателям и даже игрушкам). Результаты же реализации методики «Изучение соподчинения мотивов» [4] показали преобладание у данных детей личной направленности поведения и игровую мотивацию их поведенческих проявлений.

### Выводы

Таким образом, осуществленное нами исследование, ориентированное на изучение гендерных особенностей духовно-нравственного развития детей среднего дошкольного возраста (5-й год жизни), показало, что ярко выраженной специфики в данном возрасте нет. Как мальчики, так и девочки в вопросах соблюдения нормативов и правил социального взаимодействия проявляют себя практически одинаково.

Вместе с тем данные, которые мы получили (а именно, тот факт, что большинство детей находится на среднем уровне духовно-нравственного становления) позволяет нам говорить о необходимости разработки программы психолого-педагогического сопровождения процесса духовно-нравственного воспитания детей, которая, с нашей точки зрения, поможет оптимизировать работу в данном направлении.

### Список литературы

1. Семенова Л.Э. Становление ребенка как гендерного субъекта в процессе личностного развития в старшем дошкольном и младшем школьном возрасте в условиях онто- и дизонтогенеза: автореф. дис. ... докт. психол. наук. Нижний Новгород, 2010. 48 с.
2. Кравченко А.И. Социология: учебник для академического бакалавриата. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2014. 529 с.
3. Клецина И.С. Психология гендерных отношений: теория и практика: монография. СПб.: Алетей, 2004. 408 с.
4. Урунтаева Г.А., Афонькина Ю.А. Практикум по детской психологии. М.: ВЛАДОС, 2009. 212 с.
5. Диагностика эмоционально-нравственного развития. Ред. и сост. И.Б. Дерманова. СПб., 2009. 174 с.
6. Немов Р.С. психология: учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. 4-е изд. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. 640 с.

## ТЕНДЕНЦИИ ЭТНОПОЛИТИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Фадеева И.А.

*Дипломатическая академия Министерства иностранных дел Российской Федерации,  
Москва, e-mail: innaf576@mail.ru*

Статья посвящена рассмотрению ключевых тенденций этнополитической интеграции на европейском пространстве. На первом этапе исследования изучены особенности миграционных волн в различных странах Европы, в частности проанализирована специфика центробежных процессов в ЕС, которые сами по себе провоцируют необходимость проведения демократической этнонациональной политики и внедрения децентрализации, автономизации как на уровне отдельных стран, так и на уровне союза в целом. Также проанализированы ключевые аспекты противостояния титульной нации и групп иммигрантов, в результате которого происходит восстановление национальной идентичности и национальной солидарности отдельных этнических групп. Отдельное внимание уделено причинам и последствиям дезинтеграционных процессов, наблюдаемых в настоящее время в Европе. Установлено, что в случае существенной социально-политической дестабилизации, в частности под влиянием мировых кризисных экономических процессов, вполне возможно усиление ультрарадикального вектора в национальной политике большинства стран – членов Евросоюза. Кроме того, особый акцент сделан на становлении и развитии «европейской нации». Полученные результаты исследования и накопленный на сегодняшний день опыт объединения и совместного функционирования различных этносов в мире позволили сформулировать предпосылки успеха этнополитических интеграционных процессов на европейском пространстве и ключевые механизмы их реализации. Обосновано, что важным условием адаптации в обществе стратегии этнополитической интеграции выступает этнорелятивное сознание и принятие существующих в обществе межкультурных различий. В идеале стратегия этнополитической интеграции требует от групп этнических сообществ постепенной адаптации к ценностям доминирующего общества, а правительствам следует приспособить социальные институты для их лучшего соответствия потребностям полиэтнического общества.

**Ключевые слова:** Европа, этнос, интеграция, дезинтеграция, политика

## TRENDS OF ETHNOPOLITICAL INTEGRATION IN THE EUROPEAN SPACE

Fadeeva I.A.

*Diplomatic Academy of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation,  
Moscow, e-mail: innaf576@mail.ru*

The article is devoted to the consideration of key trends in ethno-political integration in the European space. At the first stage of the study, the features of migration waves in various European countries were studied, in particular, the specificity of centrifugal processes in the EU was analyzed, which in themselves provoke the need for democratic ethnonational policies and the introduction of decentralization, autonomization both at the country level and at the union level. It also analyzed the key aspects of confronting the titular nation and immigrant groups, which resulted in the restoration of national identity and national solidarity of certain ethnic groups. Special attention is paid to the causes and consequences of disintegration processes, which are currently observed in Europe. It has been established that in the event of a significant sociopolitical destabilization, in particular under the influence of the global crisis economic processes, it is quite possible that the ultra-radical vector will be strengthened in the national policy of most EU member states. In addition, special emphasis is placed on the formation and development of the «European nation». The obtained results of the research and the experience accumulated to date on the unification and joint functioning of various ethnic groups in the world made it possible to formulate the prerequisites for the success of ethno-political integration processes in the European space and the key mechanisms for their implementation. It is substantiated that an important condition for the adaptation in the society of the strategy of ethno-political integration is the ethnorelative consciousness and the acceptance of the intercultural differences existing in the society. Ideally, an ethno-political integration strategy requires ethnic groups to gradually adapt to the values of the dominant society, and governments should adapt social institutions to better meet the needs of a multi-ethnic society.

**Keywords:** Europe, ethnos, integration, disintegration, politics

В современном мире в настоящее время имеют место сложные межнациональные проблемы, которые постоянно провоцируют гражданские и межгосударственные конфликты, дестабилизируя тем самым как региональные, так и глобальную систему международной безопасности.

Современные европейские государства переживают очередную волну миграции, которая несет с собой изменение демогра-

фической ситуации в странах ЕС, а также проблему интеграции мигрантов в соответствующее общество. Сегодня страны Европы столкнулись с огромным притоком мигрантов из охваченных конфликтами стран Ближнего Востока, Африки и Азии [1]. Даже в государствах, которые в 1990-х гг. демонстрировали высокий уровень культурной толерантности и терпимости, в 2000-х гг. возникают конфликты культурного и наци-

онального несоответствия. В таких процессах этничность выступает детерминантой многих социальных конфликтов и является средством манипуляции в этнополитических ситуациях, что может приводить к дезинтеграции полиэтничного социума.

В данном контексте очень остро встают вопросы этнополитической интеграции на европейском пространстве. Особо они проявляются в рамках развития центробежных процессов в ЕС, которые сами по себе провоцируют необходимость проведения демократической этнонациональной политики и внедрения децентрализации, автономизации как на уровне отдельных стран, так и на уровне союза в целом.

Практика показывает, что современные глобализационные процессы обостряют межнациональные отношения, а также усиливают страх перед иммигрантами [2]. Во многих европейских странах активизировалось противостояние титульной нации и групп иммигрантов, происходит восстановление национальной идентичности и национальной солидарности отдельных этнических групп. Поэтому среди коренного населения распространяются радикально-националистические настроения, в результате чего на протяжении прошлого десятилетия националистические партии получают все большую поддержку во многих европейских государствах, в частности во Франции, Австрии, Швейцарии, Бельгии, Нидерландах. Приобретает новое дыхание этноцентричная риторика европейских политиков, все больше критикуется теория мультикультурализма.

Европейский опыт убедительно доказывает, что этничность реагирует на процессы глобализации усилением центробежных тенденций, ростом этнорегионализма, возникновением напряженности в системе межэтнического взаимодействия. Среди нескольких этнически ориентированных парадигм, как правило, превалирует та, для которой ценности собственного сообщества выше любых других. Абсолютизация этнических идентичностей «противостояние» / «защита» порождает этнические чистки и проявление ксенофобии в обществе. В связи с этим подобная негативная динамика побуждает к более пристальному вниманию к данному типу идентичностей, которые в научной литературе получили название гибридных и распыленных.

Соответственно, с учетом вышеизложенного актуализируется важная научно-практическая задача изучения явления этнополитической интеграции на европейском пространстве и определения ее тенденций на современном этапе.

#### *Анализ предыдущих исследований*

Научным и экспертным сообществом анализ этнонациональных и этнокультурных процессов в ЕС осуществляется в течение последних десятилетий на базе освоения теоретического наследия отечественной и зарубежной науки. За относительно небольшой промежуток времени развились этнополитология и этногосударствоведение, исследуются процессы развития национального самосознания европейцев, анализируются этнокультурные аспекты жизнедеятельности национальных меньшинств, а также проблемы влияния этнонационального фактора на ход проводимых реформ и т.д. Наиболее известными работами по указанным вопросам являются труды А. Бастиана, Дж. Берри, Ю. Бромлея, П. Ван ден Берга, М. Кастельса, А. Коэна, Д. Ротшильда, Э. Смита, К. Янга и др.

#### *Нерешенные ранее проблемы*

В то же время продолжает существовать потребность в целостном исследовании состояния реализации государственной этнополитики на европейском пространстве, вызовов, стоящих перед ней на нынешнем этапе, и перспективных направлений ее совершенствования. Тенденции дальнейшей международной интеграции, стратегия формирования нового мирового порядка и проблема сохранения культурной самобытности и идентичности, а также особенности межкультурного диалога цивилизаций остаются ведущими для прогрессивного международного развития.

Цель статьи заключается в изучении особенностей и тенденций развития этнополитической интеграции на европейском пространстве.

#### **Материалы и методы исследования**

Информационную базу проводимого исследования составляют научные труды и достижения отечественных и зарубежных ученых, материалы периодических изданий по вопросам международных отношений и миграции, глобального и регионального развития, защиты национальных интересов. Методологическую основу исследования составляют методы исторического и логического анализа, синтез, индукция и дедукция, статистический анализ, метод аналогий и сравнений.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Этнополитические процессы – это разновидность политических процессов, в которых формируется феномен политизированной этничности и отражаются этнополитические интересы и ценности [3]. В свою очередь, этническая общность –

это совокупность людей, имеющих общую культуру, которые говорят, как правило, на одном языке и понимают как свою общность, так и свое отличие от членов других таких же человеческих групп [4]. Чувство этнической принадлежности к сообществу формируется под влиянием объективных условий жизни человека и, возникнув, существует уже во многом независимо от сознания и воли. Важный фактор в определении этнической общности – это этническое самосознание. Оно заключается в том, что люди, которые составляют этническую общность, осознают свою принадлежность именно к этому, а не к какому-либо другому сообществу [5].

Радикальные геополитические изменения 1989–1991 гг. породили, как отмечает Finn Laursen, «три Европы»: Европа 1 – состоит из постоянных демократий Западной Европы, Европа 2 – из стран Вышеградского блока, Европа 3 – остальные страны бывшего советского блока [6]. Соответственно, по-разному в указанных частях европейского континента решались этнополитические вопросы. Балканы, как известно, стали местом кровавых гражданских войн. Не обошли эти процессы и Приднестровье. При этом курс стран Вышеградской группы на Евросоюз помог утверждению «европейского интернационализма», который опирается на идеи соблюдения прав и свобод человека, независимости от его принадлежности к «титупольной» нации или определенному национальному меньшинству.

Сейчас ЕС представляет собой интересный пример огромного полигона, на котором взаимодействуют различные модели сохранения и поддержания разнообразия коллективных идентичностей. Этнополитика в этих обстоятельствах приобретает признаки мозаичности и конвенциональности. То есть ради поддержания стабильности пространства межнациональной толерантности Евросоюза приходится постоянно прилагать немалые управленческие усилия. Сложные политические системы требуют перманентного совершенствования механизмов управления социальными процессами.

Исходя из анализа этнополитических процессов на территории объединенной Европы, можем сделать вывод, что термин «европейская нация» постепенно стал синонимом любой нации, проживающей на этой территории, независимо от того, входит она в ЕС или нет.

Например, последние опросы в Македонии показали, что 40% македонцев считают себя европейцами [7]. Начиная с 2004 г. в Македонии количество тех, кто идентифи-

цирует себя европейцем, постепенно увеличивается, несмотря на то, что Македония далека от членства в ЕС в краткосрочной перспективе.

Однако события второго десятилетия показали, что в пределах ЕС достаточно этнополитических нестабильных точек (регионов), которые своими требованиями создают новые вызовы для региональной европейской безопасности, провоцируя дезинтеграционные процессы. Таблица наглядно свидетельствует, о перманентной тенденции к уменьшению основного этноса в европейских странах.

Доля основного этноса в странах европейского пространства по оценкам ООН (%) [7]

Страна	Этнос	2005	2017
Австрия	Немцы	84	82
Бельгия	Фламандцы	55	49
Великобритания	Англичане	71	55
Венгрия	Венгры	94	89
Германия	Немцы	62	60
Греция	Греки	85	87
Дания	Датчане	95	95
Ирландия	Ирландцы	55	57
Испания	Испанцы	50	47
Италия	Итальянцы	34	29
Польша	Поляки	97	83
Португалия	Португальцы	92	86

Кроме того, следует обратить внимание на тот факт, что в ЕС сформировался ряд государств, которые тормозят процесс формирования европейской идентичности, это так называемая группа евроскептиков, к которой относятся в первую очередь Великобритания и Дания. Евроскептицизмом обозначают политическое течение/идеологию, которое распространяет негативное отношение к процессам интеграции в рамках Европейского союза. Евроскептики стоят на позициях поддержки национальных государств, их суверенитета и выражают опасения, что углубление интеграции навредит суверенитету государств-членов. Чаще всего евроскептики настаивают на выходе своих стран из ЕС.

Н. Александрова отмечает, что европейские государства, несмотря на преимущества евроинтеграции, крайне неохотно расстаются с национальными традициями в пользу новых общеевропейских стандартов, которые воспринимаются нацией иногда с большим скепсисом как ложные и надуманные [8]. По мнению исследовательницы, это свидетельствует о том, что

тенденциям формирования единой европейской идентичности противостоит национальный консерватизм, приверженность к национальной культуре, а следовательно, национальной идентичности.

В данном контексте следует вспомнить теорию отечественного политолога А. Высоцкого, который определяет бесконечную смену процессов интеграции и дезинтеграции как одну из закономерностей этнополитического развития человечества. Исследователь утверждает, что интеграционные процессы, особенно на межгосударственном, международном уровне, являются свидетельством вхождения в процесс или пребывания народа на этапе национально-государственного строительства, а также средством создания или сохранения собственного государства [9].

По мнению автора, этнополитическая интеграция становится неизбежным следствием, продолжением этнополитической дезинтеграции. Ее интенсивность, а также удаленность во времени зависит от того, какими методами осуществлялась дезинтеграция – добровольными (вследствие согласия, договоренностей государств) или принудительными (вследствие войн, незаконного захвата территорий).

В случае существенной социально-политической дестабилизации, в частности под влиянием мировых кризисных экономических процессов 2008–2013 гг., вполне возможно усиление ультрарадикального вектора в национальной политике большинства стран – членов Евросоюза.

С учетом вышеизложенного считаем, что единственно возможным способом предотвращения этнополитического давления и углубления дезинтеграционных процессов является отказ от конфронтации и переход к этнополитическому менеджменту конструктивного взаимодействия, что должно стать общим знаменателем для стран Евросоюза. Одним из элементов такой этнополитики является защита интересов национальных меньшинств средствами наднациональных структур власти и гуманитарного международного права.

Не подлежит сомнению тот факт, что народам Европы следует сохранять и способствовать развитию того, что отличает их друг от друга, учитывая богатство, представленное плюрализмом культурного выражения. Но в то же время они, безусловно, должны быть знакомы с концепцией европейской культуры, которая является незаменимой ценностью для выживания Европы и ее будущего развития.

Сохранение и содействие этим местным, региональным, национальным и ев-

ропейским общим чертам нельзя представить в атмосфере изъятия и изоляции, а диалог между культурами является жизненно важным элементом для продолжения существования данных идей в мире, открытом для новых и разнообразных воздействий и для миграции лиц, которые приносят с собой собственное культурное наследие [10]. Эта новая ситуация сталкивает европейские общества с проблемами и открывает им новые возможности – проблемы, которые требуют объединения, возможности – для достижения идеалов. Имея такую перспективу, европейцы должны быть осведомлены и чувствовать причастность к собственной культуре, однако при этом иметь открытый доступ к другим культурам и быть задействованными в положительном диалоге и плодотворном обмене идеями. Такое плодотворное мультикультурное общество требует определенных усилий, которые, в свою очередь, приводят к обязательствам в образовательной и культурной сферах.

Таким образом, важным условием адаптации в обществе стратегии этнополитической интеграции выступает этнорелятивное сознание и принятие существующих в обществе межкультурных различий. В идеале, как считает D. Ramiro Troitino, стратегия этнополитической интеграции требует от групп этнических сообществ постоянной адаптации к ценностям доминирующего общества, а правительствам следует приспособить социальные институты для их лучшего соответствия потребностям полиэтнического общества.

Для успешного протекания этнополитических интеграционных процессов D. Ramiro Troitino советует пользоваться целым рядом методов, которые должны взять на вооружение правящие круги политических государств Европы. Главными среди них являются следующие: обеспечение широкой народной поддержки, внедрение плюрализма, предоставление автономии и/или суверенитета участникам интеграционных процессов на соответствующий переходный период, отмена некоторых непопулярных статей законодательства и т.д. В то же время он рекомендует избегать неэффективных методов, в частности создания специальных политических институтов, введения новых специальных символов, назначения специально отобранных людей для политических и административных учреждений и др. Движущей силой интеграционных этнополитических процессов, как правило, является элита титульной нации и сама нация [11].

### Выводы

Итак, подводя итоги, можно сделать следующие выводы. Эволюционировать этнополитическое надгосударственное образование может только за счет углубления интеграции, иначе оно обречено на распад и дезинтеграцию, и ЕС не является в данном случае исключением. В условиях сложной, многоуровневой, гетерогенной этнополитической надгосударственной системы, которой, без сомнения, является ЕС, наблюдается временный взаимный баланс этнополитических интеграционных и дезинтеграционных тенденций.

По мнению автора, для активизации и повышения эффективности этнополитической интеграционной модели на европейском пространстве следует использовать этнополитический менеджмент конструктивного взаимодействия. Он является наиболее приемлемым для развития современных полиэтнических государств, поскольку дает возможность различным этническим группам и национальным меньшинствам сохранить свою национальную идентичность, а также участвовать в развитии государства. Благодаря ему для этнических сообществ, составляющих этнонациональную культуру общества Европы, могут быть созданы все условия, позволяющие оберегать этнокультурную самобытность; сформированы законные основания для сохранения и развития этнических, языковых, этнокультурных прав. С другой стороны, данный инструмент предполагает, что все этнические сообщества, которые составляют этнонациональную структуру, интегрируются на базе определенных общественных ценностей, в том числе государство- и нациообразующих.

Кроме вышеприведенных направлений этнополитического менеджмента отдельный упор следует сделать на том, что на пути интеграции на европейском пространстве он должен быть сосредоточен на совместной региональной политике, главной целью которой должно стать развитие регионов, где ВВП на душу населения меньше 75% от среднего показателя в ЕС (в таких регионах проживают 22% населе-

ния стран ЕС); помощь регионам, которые имеют структурные и инфраструктурные проблемы; развитие человеческих ресурсов и борьба с безработицей. Маастрихтский договор в статье 151 зафиксировал задачи содействия расцвету культур государств-членов и отметил, что «уважает их национальное и региональное многообразие и одновременно нацелен на развитие общего культурного наследия» [12]. Также важной задачей этнополитического менеджмента является развитие «европейского измерения» в образовании, в частности путем изучения и распространения языков стран ЕС, поощрение мобильности студентов и преподавателей, взаимное признание дипломов и сроков обучения.

### Список литературы

1. Сарсен А.К. Теории и модели этнополитики // Политические институты и процессы. 2017. № 4. С. 9–12.
2. Alibrandi, Rosamaria Towards political integration in Europe: the involvement of national parliaments in European Union politics and policy-making // Parliaments, estates & representation. 2018. Vol 38. № 2. P. 227–238. DOI:10.1080/02606755.2018.1443591.
3. Ахмадеев К.Н. Этнополитическая мобилизация в контексте этнополитического исследования // Вопросы политологии. 2018. № 2. С. 49–54.
4. Васильев В.А. Управление этнополитическими конфликтами: характеристика основных технологий // Казанский социально-гуманитарный вестник. 2017. № 1. С. 19–24.
5. Семенов Ю.И. Народ, этнос, нация. Статья первая. Общество, население, этнос [Электронный ресурс]. URL: [https://www.socionauki.ru/journal/files/fio/2013\\_1/021-055.pdf](https://www.socionauki.ru/journal/files/fio/2013_1/021-055.pdf) (дата обращения 25.09.2018).
6. Comparative Regional Integration: Europe and Beyond / Finn Laursen Routledge. 2016. 312 p.
7. Imagined societies: a critique of immigrant integration in Western Europe / Willem Schinkel. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 271 p.
8. Александрова Н.В. К вопросу о формировании европейской идентичности // ПОЛИТЭКС. 2008. № 3. С. 270–283.
9. Высоцкий А.В. Этнополитический фактор в региональных конфликтах: теоретико-методологический аспект // Евразийский союз: вопросы международных отношений. 2016. № 4 (18). С. 60–71.
10. Махонина Т.Н. Этнические общности и их характеристика // Система ценностей современного общества. 2015. № 43. С. 14–18.
11. European integration: building Europe / editor, David Ramiro Troitino. N.Y.: Nova Science Publishers, 2013. 352 p.
12. The Maastricht Treaty [Электронный ресурс]. URL: [https://europa.eu/european-union/sites/europaeu/files/docs/body/treaty\\_on\\_european\\_union\\_en.pdf](https://europa.eu/european-union/sites/europaeu/files/docs/body/treaty_on_european_union_en.pdf) (дата обращения 23.09.2018).

УДК 172:316.346.2(575.2)

## ГЕНДЕРНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ГЕНДЕРНАЯ ПОЛИТИКА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Осмонова Д.А.

*Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына, Бишкек,  
e-mail: osmonova.dinara@yandex.com*

Статья посвящена ретроспективному анализу гендерных преобразований в Кыргызстане в годы суверенизации. Представлены правовые и институциональные основы трансформаций в гендерной сфере республики. Освещена деятельность женских некоммерческих организаций по реализации гендерного равноправия. Показаны формы конструктивного сотрудничества государства и женского движения по преодолению проблем гендерного дисбаланса, при этом следует сделать заключение, что принятие законопроектов, ратификация различных международных документов по женским правам, как правило, имели декларативный характер и неэффективно реализовывались. На основе изучения деятельности женских некоммерческих организаций установлено, что каждое действие, которое предпринимало государство, лоббировалось женским движением в республике. Обосновывается мысль о том, что однополый Жогорку Кенеш создал пример абсолютного вытеснения женского пола из главной структуры по принятию решений на республиканском уровне и способствовал репрессивному развитию национального законодательства. Значительное внимание уделяется тому, что, несмотря на многочисленные попытки инкорпорировать гендерный контекст в различные стратегические документы развития республики, комплексный гендерный подход не стал компонентом методологии разработки стратегий. Отмечается, что основные действия в сфере преодоления проявлений гендерной дискриминации производятся в основном международными и неправительственными организациями, хотя для повышения эффективности принимаемых мер необходимо подключение в этот процесс государственных структур. Выявлены основные негативные явления, широко распространенные в гендерных отношениях, и причины их существования. Определены ключевые проблемы в области гендерного равенства на современном этапе развития Кыргызстана.

**Ключевые слова:** гендер, гендерные отношения, гендерная политика в Кыргызстане, гендерное равноправие, женские движения, гендерная дискриминация, гендерный подход, гендерный паритет

## GENDER RELATIONS AND GENDER POLICY IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Osmonova D.A.

*Kyrgyz National University named Zh. Balasagyn, Bishkek, e-mail: osmonova.dinara@yandex.com*

The article is devoted to retrospective analysis of gender transformations in Kyrgyzstan during the years of sovereignty. The legal and institutional foundations of transformations in the gender sphere of the republic are presented. The activities of women's non-profit organizations on the implementation of gender equality are covered. Forms of constructive cooperation between the state and the women's movement on overcoming the problems of gender imbalance are shown, and the author comes to the conclusion that the adoption of bills, the ratification of various international documents on women's rights, as a rule, had a declarative nature and were not effectively implemented. Based on the study of the activities of women's non-profit organizations, it was established that every action that the state was taking was lobbied by the women's movement in the republic. The author substantiates the idea that the same-sex Zhogorku Kenesh created an example of the absolute exclusion of the female from the main structure for making decisions at the republican level and contributed to the repressive development of national legislation. Considerable attention is paid to the fact that, despite numerous attempts to incorporate a gender context into various strategic documents of the republic's development, an integrated gender approach has not become a component of the methodology for developing strategies. It is noted that the main actions in the sphere of overcoming the manifestations of gender discrimination are carried out mainly by international and non-governmental organizations, although in order to improve the effectiveness of the measures taken, it is necessary to include state structures in this process. The main negative phenomena widespread in gender relations and the reasons for their existence are revealed. Key problems in the field of gender equality at the present stage of development of Kyrgyzstan are identified.

**Keywords:** gender, gender relations, gender policy in Kyrgyzstan, gender equality, women's movements, gender discrimination, gender approach, gender parity

После развала СССР в 1991 г. и становления суверенитета Кыргызской Республики начались грандиозные трансформации во всей общественной сфере, включая и гендерные отношения. Особенностью транзитного периода в связи с переходом от социалистической экономики к рыночным отношениям явилось изменение положения женщины в новых социально-экономических отношениях. Часто основным

кормильцем семьи становится именно женщина, вытеснив мужчину с этой позиции. Поэтому активность женщин и женских организаций во всем социуме стала существенно возрастать, что позволило повысить требования к совершенствованию гендерной политики в стране.

Целью статьи является ретроспективный анализ гендерных реформ в постсоветском Кыргызстане.

В качестве материалов для написания статьи использованы: нормативно-правовые документы, статистические сборники, отчеты женских некоммерческих организаций, исследование, посвященное гендерным вопросам и гендерной политике.

При написании статьи использованы общенаучные методы анализа и синтеза, дедукции и индукции, исторического и логического, всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Начало эры женского движения в Кыргызстане приходится на 1995 г., когда первый раз делегация кыргызских женщин приняла участие в Пекинской всемирной конференции по статусу женщин.

В следующем 1996 г. парламентом республики были ратифицированы 5 международных конвенций по женским правам, этот год Указом Президента Кыргызстана был объявлен Годом женщин и учреждена Госкомиссия по делам семьи, женщин и молодежи. На 1995–2000 гг. принята Программа «Аялзат» в целях оптимизации статуса женщин республики. Через 3 года был разработан I нацотчет по ликвидации всевозможных форм женской дискриминации для Комитета CEDAW.

Вышеуказанная комиссия в 2000 г. была преобразована в Национальный совет по женским, семейным вопросам и гендерному развитию при президенте А. Акаеве для обеспечения инкорпорации гендерной составляющей в контекст национальных программ стратегий и политики. В Бишкеке был организован и успешно реализован форум, посвященный положению женщин Кыргызстана на стыке XX–XXI веков. На нем дискутировались результаты реализации нацпрограммы «Аялзат». В том же году парламент принял специальный закон «О репродуктивных правах граждан».

В 2001 г. была проведена конференция «Женщины Кыргызской Республики на рубеже XX–XXI столетий». В 2002 г. вышел Указ Главы государства, утвердивший Национальный план деятельности по реализации гендерного равенства в Кыргызстане на 2000–2006 гг., а также Указ Главы государства по привлечению к госуправлению страны женщин-лидеров.

В 2003 г. депутаты национального парламента приняли законы по вопросам равенства и возможностей прав женщин и проблеме домашнего насилия.

В 2004 г. сформирована сетевая структура «Совет НПО», состоящая из семи НПО (неправительственная организация), кото-

рый представил альтернативный отчет для Комитета CEDAW.

В 2005 г. проведен Республиканский форум женских объединений, Указом Главы государства учреждена структура Спецпредставителя Главы государства по гендерным вопросам в Парламенте.

В 2006 г. вышел Указ Главы государства «О мерах по оптимизации гендерной политики» и ратифицирован Факультативный протокол к CEDAW.

В 2007 г. в новой редакции Основного закона Кыргызстана (2010 г.) закреплены основы равенства возможностей и прав женщин и мужчин. Внесены дополнения гендерного характера в закон «О земле». Введены гендерные квоты в закон «О политических партиях» и принят Национальный план действий по оптимизации гендерного равенства в Кыргызстане на 2007–2010 гг.

В 2008 г. передан периодический доклад Кыргызстана и альтернативный отчет Совета НКО в Комитет CEDAW, был создан Альянс женских законодательных инициатив.

В 2009 г. проведено функциональное исследование республиканского институционального механизма осуществления гендерной политики.

В 2012 г. принято Постановление Правительства Кыргызстана, касающееся Национальной стратегии по оптимизации гендерного равенства до 2020 г. и Национального плана деятельности по оптимизации гендерного равенства на 2012–2014 гг. Для реализации этих документов помимо госорганов задействованы НПО и международные организации.

В 2015 г. подписан Манифест женщин Кыргызстана. В 2017 г. была создана Кыргызская ассоциация женщин сектора законности, правопорядка и безопасности [1, с. 5].

Как видно из истории женского движения, осуществление гендерной политики в Кыргызской Республике проводилось совместными действиями и со стороны госорганов и женских организаций.

Необходимо подчеркнуть, что в первые годы суверенизации республики принятие законопроектов, ратификация различных международных документов по женским правам, как правило, имели декларативный характер и неэффективно реализовывались. Почти каждое действие, которое предпринимало государство, лоббировалось женским движением в республике. Большую активность проявляли множество женских некоммерческих организаций (НКО) различных направлений.

Однополый Жогорку Кенеш, который проработал около трех лет, создал пример абсолютного вытеснения женского пола из главной структуры по принятию решений на республиканском уровне и способствовал репрессивному развитию национально-законодательства. Так, во время деятельности этого парламента предпринимались попытки узаконить многоженство, а также принцип криминализации такого явления, как аборт, отклоненный Жогорку Кенешом из-за лоббирования женских организаций. Ситуация затруднялась и в структурах исполнительной власти тем, что из процесса подготовки и принятия решений были исключены женщины.

Женское движение республики трансформировалось, перейдя от формальной декларации о защите женских прав к конкретным усилиям, уходя от простого рассмотрения женских вопросов к значимым гендерным проблемам, другими словами, женские организации стали действительно участвовать на всех этапах разработки осуществления и мониторинга стратегии и программ развития.

Важнейшим направлением женского движения в последние годы становится лоббирование необходимых изменений в законах и законопроектах, касающихся гендерных проблем.

Кроме достижения учреждения должности спецпредставителя главы государства в парламенте для продвижения политики гендерного равноправия в парламенте с каждым парламентарием проводилась работа перед обсуждением законов «О дополнениях и изменениях к Гражданскому кодексу», «О политических партиях», касавшихся вопросов о введении многоженства и гендерных квот.

В итоге были приняты законы против насилия, о гендерном равноправии, спецмеры поддержки женщин в политической сфере, которые обеспечили тридцатипроцентное представительство в Жогорку Кенеше в 2007 г.

Кроме этого, с помощью созданного в 2008 г. Альянса женских законодательных инициатив усилился политический голос, а также влияние женщин посредством лоббирования гендерно-направленных законодательных предложений и мониторинг осуществления гендерной политики. Также женские НКО республики активно участвовали в обсуждении вопроса парламентом «светскости Кыргызстана», сохранения механизмов гендерной экспертизы законопроектов, которые принимаются Парламентом, и принципов гендерного равноправия в Конституции.

Все эти результаты стали возможны лишь благодаря развитию эффективного сотрудничества между обществом и государством.

Но, несмотря на многочисленные попытки инкорпорировать гендерный контекст в различные стратегические документы развития республики, комплексный гендерный подход не стал компонентом методологии разработки стратегий. Гендерный подход активизировал решение вопросов, имеющих отношение к различным социальным слоям, включая женские, мужские, молодежные и т.д. Такой подход содержит в себе рассмотрение политической и социально-экономической проблематики, которая представляет собой большую социальную значимость для функционирования республики. Рассматриваемая Национальная стратегия представляет собой пионерский для нашей страны стратегический документ по продвижению гендерного равенства. Он последовательно развивает предыдущие достижения гендерной политики республики, проводимой в Кыргызстане за период с начала суверенизации [2].

В ней указывается, что огромный вклад в область преодоления гендерной дискриминации внесли международные и неправительственные структуры. Однако, чтобы достичь поставленных целей, большое значение приобретает активное вмешательство госструктур в процесс гендерной гармонизации. Совместные усилия всех организаций смогут дать эффективный результат в борьбе с дискриминационными практиками в отношении женщин. Но недостаточное внимание к данным вопросам со стороны государственных органов сопровождается и предвзятой установкой со стороны социума к вопросам гендерной справедливости.

В современных условиях растет домашнее насилие, которое проявляется в учащении количества полигамных и ранних браков, фактов домогательств на сексуальной почве среди работающих. Гендерное насилие стало приобретать новую форму – сбыт женщин для сексуального и трудового принуждения.

Специфическим барометром отношения к кыргызским женщинам становится традиция «кражи невест». Причем и кыргызский менталитет, и силовые структуры не считают данный феномен правонарушением. Из-за финансовой зависимости, неразвитых процедур алиментной системы и практической невозможности для женщины содержать одной детей, значительная часть женщин остаются в вынужденном браке или находятся в качестве последующих жён. В таких семейных образованиях

нравственно-психологическая обстановка весьма болезненна и дискомфортна в контексте гендерного баланса.

Распространенность таких проявлений в Кыргызстане и снисходительное отношение к таким тенденциям ярко демонстрирует то, что в обществе дискриминация женщин воспринимается как естественная норма жизни. К большому сожалению, непризнание вышеизложенной проблемы как цепная реакция воздействует не только на гендерную составляющую реализации равноправия, но и на опыт дискриминационного поведения в отношении определенных социальных групп: этнических, возрастных, с ограниченными возможностями здоровья и др.

Особо следует подчеркнуть, что проблемы дискриминации не стали объектом общественной дискуссии, в связи с чем ни социум, ни силовые структуры, ни судебные органы не нацелены на изменение социокультурных и профессиональных норм в этой сфере.

Наиболее заметным и острым в области гендерного неравенства является существенное сужение доступа представительниц женского пола к осуществлению экономических возможностей. За двадцать пять лет независимости в Кыргызстане экономическая деятельность женщин в трудоспособном возрасте упала в 2 раза, почти с 80% до 40% [2; 3, с. 59].

Исследования гендерного контекста развития частного предпринимательства, а также рынка труда показали, что женщины доминируют в ряде секторов торговли и обслуживания, а также неформальном рынке труда. Чаще всего женская половина преобладает в сфере самозанятости, которая специализируется на использовании микрокредитов. Такой подход в автоматическом режиме лишает значительную часть женщин получения гарантированных государством социальных благ – прав на охрану здоровья и отдых. При этом государство не регулирует формирование надлежащих условий труда для своих граждан и не является ответственным работодателем.

Системное воздействие на некоторые сферы жизнедеятельности, независимость и уровень жизни самих женщин оказывает целый комплекс проблем в сфере реализации экономического потенциала. Нельзя не считаться с тем обстоятельством, что женская перегруженность на своей основной трудовой деятельности всесторонне влияет на количество времени и внимания, которое уделяется развитию и воспитанию подрастающего поколения, включая вопросы их образовательного развития. Неслучайно PISA (международный мониторинг

достижений учащихся), проведя свое исследование, пришла к выводу, что в 2006 и 2009 гг. Кыргызстан оказался на последнем месте [4]. По другим оценкам, более половины учащихся не смогли выполнить довольно легкие задания по математике, чтению и естественным наукам (по информации Нацоценки итогов обучения 2007, 2009, 2014 и 2017 гг.) [5].

Особо следует подчеркнуть, что гендерный дисбаланс присутствует и в ряде иных социальных сфер. К примеру, мало кто обращает внимание на состояние мужского здоровья, которое в настоящее время вызывает глубокую озабоченность. Во-первых, это воспроизводство легитимизированных гендерных основ в системе самого семейного воспитания; во-вторых, традиционный мужчина практически всегда здоров; в-третьих, он не обязан обращаться к врачам; в-четвертых, не должен обращать внимание на ухудшение своего самочувствия. Подобный подход со стороны мужчин к своему здоровью прививается от одного поколения к другому. Отец эту традицию передает своему сыну, несмотря на то, что отцы довольно пассивно принимают участие в процессе воспитания своих сыновей.

Процесс нарастания социальных и экономических проблем сопряжен со слабым вниманием к гендерным взаимоотношениям в сфере повседневной жизни и трудовой активности. Все это в комплексе ограничивает потенциал для реализации своих возможностей и достижения приличного заработка.

В условиях суверенизации проблемы гендерного равенства становятся приоритетными. Это обосновывается тем, что развитость экономики недостаточна, постоянно присутствует политическая турбулентность, не хватает политической воли руководящих элит, на весьма низком уровне находится гендерная чувствительность как среди населения страны, так и среди представителей властных органов.

На наш взгляд, для эффективного решения ключевых проблем в области гендерного равенства в настоящее время необходимо сделать следующее: создать условия для эффективного функционирования институтов, направленных на решение гендерных вопросов; сформировать четкую систему согласования реализации гендерной политики на всех уровнях, включая территориальные, национальные и секторальные; добиваться равномерного распределения репродуктивной и семейной нагрузки в целях смягчения экономической зависимости и уязвимости женщин; государство должно быть нацелено на регулирование рынка труда, чтобы

доля женщин в низкооплачиваемых сферах снижалась; необходимо выстроить систему функционального образования, позволяющего научиться жизненно необходимым навыкам, которые способствуют повышению уровня жизни и преодолению неравенства, в том числе в сфере образования, здоровья и возможного профессионального роста; кардинально ограничивать практику гендерной дискриминации, расширяя доступ к решению вопросов в этой сфере в контексте правовой системы; добиваться гендерного паритета в сфере политического участия на всех уровнях принятия решений.

На основе анализа гендерных отношений и гендерной политики в Кыргызской Республике формулируются следующие выводы:

1. В годы суверенизации в Кыргызстане были созданы правовые и институциональные основы трансформаций в гендерной сфере.

2. Осуществление гендерной политики в стране проводилось совместными действиями – со стороны госорганов и женских организаций.

3. В первые годы суверенизации республики принятие законопроектов, ратификация различных международных документов по женским правам имели декларативный характер и неэффективно реализовывались.

4. Женское движение республики трансформировалось, перейдя от формальной декларации защиты женских прав к конкретным усилиям, то есть женские организации стали действительно участвовать на всех этапах разработки осуществления и мониторинга стратегии и программ развития.

5. В современных условиях растет домашнее насилие, которое проявляется

в учащении количества полигамных и ранних браков, фактов домогательств на сексуальной почве среди работающих. Гендерное насилие стало приобретать новую форму – сбыт женщин для сексуального и трудового принуждения.

6. В условиях суверенизации проблемы гендерного равенства становятся приоритетными. Это обосновывается тем, что развитость экономики недостаточна, постоянно присутствует политическая турбулентность, не хватает политической воли руководящих элит, на весьма низком уровне находится гендерная чувствительность как среди населения страны, так и среди представителей властных органов, что требует активизации деятельности государственных органов.

#### Список литературы

1. Чикалова Л. Сводный отчет по воркшопу «Гендерные вопросы в Центральной Азии». Бишкек, 15–16 февраля, 2018 г. 16 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://docplayer.ru/75293619-Svodnyy-otchet-po-vorkshopu-gendernye-voprosy-v-centralnoy-azii-fevralya-2018-bishkek-dokladchik-lidiya-chikalova.html> (дата обращения: 20.10.2018).

2. Национальная стратегия Кыргызской Республики по достижению гендерного равенства до 2020 года (в редакции постановления Правительства КР от 20 ноября 2015 года № 786) [Электронный ресурс]. URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/12728?cl=ru-ru> (дата обращения: 17.10.2018).

3. Сборник гендерно-разделенной статистики. Женщины и мужчины Кыргызской Республики. Бишкек, 2017. 124 с.

4. Бенгард А. В Кыргызстане думают, участвовать ли в рейтинге школьного образования PISA. Бишкек, 17 марта, 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: [https://24.kg/obschestvo/47473\\_vkyrgyzstane\\_dumayut\\_uchastvovatli\\_vreytinge\\_shkolnogo\\_obrazovaniya\\_PISA/](https://24.kg/obschestvo/47473_vkyrgyzstane_dumayut_uchastvovatli_vreytinge_shkolnogo_obrazovaniya_PISA/) (дата обращения: 15.10.2018).

5. Образование. UNICEF. Кыргызстан [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unicef.org/kyrgyzstan/ru/образование> (дата обращения: 20.10.2018).

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 615:574.2

**ПРОБЛЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ**<sup>1,2</sup>**Воронина Л.П., <sup>1</sup>Поздняков С.А., <sup>1</sup>Балагур Л.А., <sup>1</sup>Кеслер К.Э.**<sup>1</sup>*ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, Москва, e-mail: luydmila.voronina@gmail.com;*<sup>2</sup>*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва*

В статье подчеркивается назревшая необходимость в детализации классификации медицинских отходов (МО). Рассматриваются некоторые положения, касающиеся разных характеристик фармацевтических отходов (ФО) и подходы по обращению с МО и ФО. Рассматривается необходимость внесения МО в общую классификацию с целью разработки критериев для решения проблем обращения с ними. Анализируются проблемы утилизации фармацевтических отходов, которые включают в себя биологически активные вещества, антибиотики, фенолы и их производные, дезинфицирующие средства и другие сильнодействующие лекарственные средства. Фармацевтические отходы включают истекшие, неиспользованные, психоактивные вещества, вакцины и сыворотки, которые больше не требуются и должны быть утилизированы соответствующим образом. Один из путей утилизации цитостатических фармацевтических отходов – переработка неостребованных с истекшим сроком годности для синтеза новых. ФО могут обладать токсичностью из-за присутствия в них тяжёлых металлов (ТМ). В ходе обращения с ФО необходимо рассматривать их возможные процессы трансформации и их метаболиты. Назрела необходимость оценивать риски, связанные с ранее неизвестными, непризнанными, непредвиденными или незамеченными химическими загрязнителями окружающей среды. Настоящее положение требует законодательного вмешательства и введения строгого контроля за медицинскими и фармацевтическими отходами.

**Ключевые слова:** медицинские отходы, фармацевтические отходы, классификация, токсичность

**THE PHARMACEUTICAL WASTE AND THE APPROACHES TO CLASSIFICATION**<sup>1,2</sup>**Voronina L.P., <sup>1</sup>Pozdnyakov S.A., <sup>1</sup>Balagur L.A., <sup>1</sup>Kesler K.E.**<sup>1</sup>*Center for Strategic Biomedical Health Risk Planning and Management, Moscow, e-mail: othodi@sysin.ru;*<sup>2</sup>*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

This article provides a review of hazardous medical waste production and its management in Russia. The necessity of the detail classification of medical waste (MW) is emphasized. The different characteristics of pharmaceutical waste (FW) and approaches to classification of MW and FW are discussed. The necessity of adding of MW in the general classification of wastes with developing of specific measures for problem solving of waste management is described. Problems of recycling of FW, those contain active ingredients, antibiotics, phenol and its derivatives, disinfectants and other potent drugs is analyzed. FW contain expired medications, unused medications, vaccines and serums, that are no longer needed and must be utilized properly. One of the way of management of FW that contain cytostatic drugs is a recycling of unused or expired medications for synthesis of a new one. FW may have toxic properties due to presents of heavy metals (HM) in them. It's important to consider possibility of transformation of FW in environment and formation of their metabolites. The necessity of estimation of risks connected with previously unknown, unrecognized, unexpected or unheeded chemical pollutants. Present state of affairs is requires immediate intervention with a law improvement and adding of stricted control of MW and FW management.

**Keywords:** medical waste, pharmaceutical waste, classification, toxicity

Понимание исключения медицинских отходов (МО) из совместного обращения и захоронения с ТКО (твердые коммунальные отходы) и отдельной их обработки назрели уже давно и постепенно реализуются в Российской Федерации и других странах [1–3]. Однако для формирования стратегии администрирования и регулирования путей обращения с МО необходима четкая система определений МО по ряду позиций и предельно полная их классификация. Согласно статье 49 в редакции ФЗ № 323 медицинские отходы (МО) представлены практически всеми видами отходов, включающими в себя также отходы,

образованные в результате осуществления медицинской (анатомические, патолого-анатомические, микробиологические и др.) и фармацевтической (лекарственные средства и медицинские изделия) деятельности. Особого внимания в формировании стратегий обращения требуют МО, образованные деятельностью в области использования возбудителей инфекционных заболеваний и генно-инженерно-модифицированных организмов в медицинских целях [4].

Целью исследования было выявить и обобщить проблему в области классификации медицинских отходов, в частности фармацевтических, для оптимизации контроля

по их обращению в связи с их опасностью и отсутствием законодательно закреплённых мер и правил и разработать рекомендации для решения данной проблемы.

### Материалы и методы исследования

В основе методов лежал анализ проведённых исследований в области оценки опасности МО и недостатков законодательной базы, которая не может обеспечивать необходимый контроль в области обращения с данными отходами. Рассматривается возможность использования зарубежного подхода к классификации и обращению с фармацевтическими отходами (ФО) для Российской Федерации.

### Результаты исследования и их обсуждение

Целесообразно расширить представление о МО с учетом требований Базельской конвенции [5], поскольку экспортируемые отходы должны иметь единые стандарты в соответствии с рекомендованными ООН. Это касается многих стран (более чем 100) и особенно важно для трансграничных перевозок опасных МО. Страны, подписавшие Конвенцию, приняли единые принципы, согласно которым осуществляются поставки, проводится экспертиза для безопасного обращения с отходами. Прежде всего, это касается опасных (остро токсичных) МО («опасные отходы» по Базельской конвенции) и эпидемиологических МО (опасных по микробиологическим показателям). В рамках управления этими отходами обязательно потребуются применение специальных способов их обработки [6, 7]. Во многих развитых странах действует законодательство о медицинских отходах, однако как правило, мало указаний относительно того, какие объекты могут быть определены как инфекционные. Это отсутствие ясности делает сортировку медицинских отходов неэффективной и приводит к увеличению объема отходов, обработка которых осуществляется сжиганием, как отходов, зараженных патогенными микроорганизмами. Это, в свою очередь, увеличивает стоимость утилизации и негативно воздействует на окружающую среду. В результате, ключевыми направлениями для эффективного управления отходами в медицинских учреждениях в нашей стране остаются повышение уровня образования работников по обращению с отходами и стандартизированная сортировка медицинских отходов. Необходимы дальнейшие исследования с учетом тенденции увеличения производства медицинских отходов [8].

От 75% до 90% отходов, полученных от медицинских учреждений, представляют собой не связанные с риском или «общие» медицинские отходы, сопоставимые с бы-

товыми отходами (класс «А» ФЗ № 323, статья 49) [4, 9]. В основном эти МО связаны больше с административными и служебными функциями медицинских учреждений, а также могут включать отходы, образующиеся при обслуживании медицинских учреждений. Обращение с такими отходами регулируется ФЗ № 89 «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. [10] и решается муниципальными механизмами по их захоронению или утилизации. Подобный класс отходов существует и в классификации ВОЗ (Всемирной Организации Здравоохранения), обозначенный как «Общие отходы» («General Waste») [11, 12]. В отдельный класс в этой классификации выделены фармацевтические отходы («Pharmaceuticals») [11–13], которые в российской классификации можно отнести к классу «Г» и к разряду от умеренно токсичных до чрезвычайно токсичных веществ. К сожалению, четкое определение по этой позиции (как и по многим другим) отсутствует [14, 15].

Согласно бразильскому законодательству фармацевтические отходы отнесены к группе «В», которая включает в себя вещества, представляющие риск для здоровья населения и окружающей среды, так как обладают высокой реакционной способностью и токсичностью (Medical Waste Management Plan – MWMP). Такие вещества в обязательном порядке должны проходить этапы обезвреживания в самих медицинских учреждениях [16].

Именно с классификацией выстроен план мероприятий по управлению медицинскими отходами [17]. Создание системы обращения с МО в современных условиях в РФ строится в первую очередь на методологических принципах эпидемиологической безопасности. В целях гарантированного безопасного обеззараживания отходов с внедрением аппаратных методов обработки в медицинских организациях требуется создание новых структурных подразделений – участков для обеззараживания медицинских отходов (УОМО) [18], обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения мегаполисов при централизованной системе обеззараживания медицинских отходов. Успешное выполнение плана по созданию и эффективной работе централизованной системы обеззараживания во многом зависит от оценки токсичности МО, информированности по объемам их поступления, что должно устанавливаться с учетом классификационных позиций. И, как отмечают В.Г. Акимкин и А.В. Бармашов, к сожалению, в современных условиях ни один крупный город, ни один субъект Российской Федерации не могут продемон-

стрировать отлаженную и полностью действующую централизованную схему обращения с медицинскими отходами [14].

Несомненно, внутри класса в классификации должно быть ранжирование по ряду направлений, прежде всего по токсичности (качественная характеристика) и по воздействию на организм человека (с учетом качественного и количественного состава опасного вещества). Далее список можно ранжировать с учетом степени потенциальной подверженности риску от воздействия опасных медицинских отходов (работники медицинских учреждений, производители фармацевтических препаратов, лица, являющиеся источником МО, работники, обрабатывающие такие отходы, и т.д.). Причем внутри каждого списка могут быть группы (например, медицинские клиники и центры вакцинации, акупунктуры, тату-салоны и т.д.). Классификация должна быть оценена и с позиций обращения с отходами в сети медицинских учреждений или других заведений: сбор отходов, сегрегация, транспортировка и хранение, обработка/утилизация, транспортировка к месту окончательного захоронения, окончательное удаление. Данные положения прописаны в СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами». Тем не менее отсутствие в законодательстве положений по обращению с МО с указанием ответственных ведомств и структурных подразделений привело к тому, что допускается обращение с медицинскими отходами класса А с соблюдением таких же требований, как и для отходов производства и потребления [10, 19]. Положения в законодательстве по обращению с МО для классов Б, В и Г отсутствуют. Это привело к тому, что в существующем природоохранном законодательстве Российской Федерации, в частности в ФЗ № 89, не установлены требования к получению документации в области обращения с МО, а также отсутствует указание ответственных ведомств [10].

Основная масса фармацевтических отходов относится к оставшимся 10–25% всех медицинских отходов, которые считаются опасными и могут создавать различные риски для здоровья. В рамках Базельской конвенции около 15% МО отнесены к опасным отходам [5]. В опасные отходы по Базельской конвенции попадают токсичные отходы (по химической и по микробиологической характеристике). Сюда попадают отходы инфекционные, патологические, которые выделены в нашей классификации в класс эпидемиологически опасных и чрезвычайно эпидемиологически опасных

(класс «Б» и «В»). Фармацевтические отходы (ФО), на характеристике которых в этой публикации мы делаем акцент, относятся к МО класса «Г». Причем характеристика ФО может складываться из целого ряда позиций, которые лишь условно относятся к санитарно-эпидемиологическим и не регулируются ФЗ № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. [20].

Фармацевтические отходы включают истекшие, неиспользованные, разлитые и загрязненные фармацевтические продукты, психоактивные вещества, вакцины и сыворотки, которые больше не требуются и должны быть утилизированы соответствующим образом. В эту категорию также включены использованные и выброшенные предметы, применяемые при обработке фармацевтических препаратов, такие как бутылки или ящики с остатками опасных химических веществ, перчатки, маски, соединительные трубки и флаконы с лекарственными средствами.

Существует ряд проблем по утилизации фармацевтических отходов, которые включают в себя биологически активные вещества, антибиотики, фенолы и их производные, дезинфицирующие средства и другие сильнодействующие лекарственные средства. Устаревшие препараты, хранящиеся в протекающих ёмкостях или рваных мешках (неправильно захороненные недостаточно обезвреженные), могут непосредственно или косвенно влиять на здоровье любого человека. При непосредственном контакте с ФО на предприятиях или свалках интоксикация может быть результатом абсорбции фармацевтического средства через кожу, дыхательные пути или слизистые оболочки и вызвать ожоги, негативно влиять на иммунитет и гормональный статус. Во время сильных дождей просочившиеся токсиканты могут попасть в почву и загрязнять грунтовые воды. В этом случае отравление происходит через употребление загрязненной токсичными веществами воды и зараженной пищи. Повреждение органов человека может быть вызвано и контактом с легковоспламеняющимися или высокореакционными химикатами (например, формальдегидом и другими летучими веществами, попадающими в отходы). Следует также отметить, что все эти химические вещества могут образовывать высокотоксичные вторичные соединения.

Остатки фармацевтических препаратов, сбрасываемые в канализационную систему, могут оказывать неблагоприятное воздействие на работу биологических очистных сооружений и на природные экосистемы

в местах сброса вод. Из-за сезонных различий в потребностях производства лекарств стоки, сбрасываемые с участков серийного производства, могут иметь значительные различия по количественному и качественному составу [21]. Часть ФО обладает коррозионными свойствами ( $\text{pH} < 3 / \text{pH} > 11$ ).

Некоторые ФО могут быть отнесены к очень опасным генотоксическим отходам, которые обладают мутагенными, канцерогенными или тератогенными свойствами. Эти отходы также могут включать в себя некоторые цитостатические препараты. Цитостатические (или противоопухолевые) препараты способны убивать или останавливать рост некоторых живых клеток, что позволяет их использовать в химиотерапии онкобольных пациентов. Эти препараты зачастую имеют сложности в синтезе действующего вещества. Один из путей снижения массы фармацевтических отходов – переработка не востребуемых либо с истекшим сроком годности цитостатических (и других) препаратов для синтеза новых. Однако фармацевтическое производство отличается от других производств практикой переработки, поскольку строгие требования к чистоте часто запрещают прямое повторное использование сырья в следующей партии [21].

Управление МО по-прежнему является серьезной проблемой, особенно в большинстве медицинских учреждений развивающихся стран. Однако в ряде стран законодательно предусмотрен возврат неиспользованных опасных фармацевтических препаратов и их контейнеров изготовителю. Безопасную фармацевтическую продукцию в ограниченном количестве допускается периодически сбрасывать в общие отходы. Просроченные лекарственные препараты могут быть возвращены в аптеки или производителю [22, 23]. Авторы подчеркивают, что при отсутствии финансовых и технологических ресурсов следует стремиться соблюдать такие меры предосторожности, как разделение отходов, что может помочь уменьшить воздействие на окружающую среду, оказываемое больничными отходами, и расходы на удаление отходов.

Выбор способов обеззараживания остается вопросом дискуссионным. Исследования иранских ученых свидетельствуют, что осуществлять утилизацию отходов на месте или в медицинских учреждениях могут позволить себе клиники с высоким финансированием, с проведением планирования, поддержания определенной мощности на установках, с обеспечением, эксплуатацией и обслуживанием процессов [24].

ФО могут обладать токсичностью из-за присутствия в них ТМ или других элементов, например мышьяка. Существует ряд ФО, в состав которых входят реакционно-способные токсичные органические вещества (хлороформ, трихлорэтилен, негалогенированные соединения – ксилол, метанол, ацетон, изопропанол, толуол, этилацетат, ацетонитрил и др.) и неорганические вещества ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и т.п.), требующие особого обращения.

Отсутствует не только классификационная система, но и четкие определения по ФО, что ведет к проблемам контроля фальсифицированных препаратов, бракованных лекарственных препаратов, утративших потребительские качества (с истекшим сроком пользования), что приводит к отсутствию административной или уголовной ответственности. Понятия «фальсификат», «контрафакт» и «подделка» юридически имеют определенные различия, но для обычного гражданина они идентичны. В определении Всемирной Организации Здравоохранения под фальсифицированным (контрафактным) лекарственным средством (ФЛС) подразумевается продукт, преднамеренно и противоправно снабженный этикеткой, неверно указывающей подлинность препарата и/или изготовителя. В Российской Федерации фальсифицированным считается лекарственное средство, которое признается таковым Росздравнадзором после тщательной проверки с опубликованием соответствующей информации на сайте Росздравнадзора. Со дня публикации обращение ФЛС должно быть прекращено с изъятием из торговой сети и помещением в карантинную зону отдельно от других лекарств. Любое «перемещение» данного ФЛС после изъятия является нарушением.

Фальсификация лекарств является серьезной проблемой здравоохранения. В своем большинстве фальсификаты не соответствуют по качеству, эффективности или побочным действиям оригинальным препаратам, нанося непоправимый вред здоровью больного человека; производятся и распространяются без контроля соответствующих органов, причиняя огромный финансовый вред законным производителям лекарств и государству. Смерть от ФЛС входит в первую десятку причин гибели людей. Под поддельным понимается лекарственное средство, произведенное с изменением его состава, при сохранении внешнего вида, и часто сопровождаемое ложной информацией о его составе. Контрафактным считается лекарственное средство, производство и дальнейшая продажа которого осуществляется под чужими индивидуальными

признаками (товарным знаком, наименованием или местом происхождения) без разрешения патентодержателя, что является нарушением прав интеллектуальной собственности.

Все эти (фальсифицированные, бракованные и с истекшим сроком пользования) препараты непригодны к медицинскому использованию и представляют угрозу для здоровья людей. Обращение с опасными отходами включено в перечень видов деятельности, подлежащих лицензированию (ФЗ № 99 «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 04.05.2011 г.) [25], однако до сих пор не проведена классификация ФО по классам опасности и оценка экологического риска. Все юридические дела при нарушениях по утилизации ФО оспариваются. Такое положение требует законодательного вмешательства и введения строгого контроля с учетом полного перечня МО и ФО. Лицензия на осуществление деятельности по обезвреживанию и размещению МО не может быть выдана, ввиду отсутствия их в перечне ФККО (в ФЗ № 89 от 24.06.1998 г.), государство не может привлечь к серьезной ответственности за нарушения по утилизации в ЛПУ (лечебно-профилактическое учреждение) [7, 10].

Для правового контроля, ведомственного подчинения и юридической ответственности должны быть прописаны все виды и формы ФО. Сюда могут быть отнесены фармацевтические препараты, их метаболиты и продукты трансформации, и активные медикаментозные ингредиенты других продуктов, как человека, так и ветеринарии, в том числе не только рецептурные препараты и биологические препараты, но и диагностические агенты, «нутрицевтики», ароматизаторы и многие другие.

Все эти вещества, соединения и их биологически активные метаболиты могут постоянно попадать в водную среду в виде сложных смесей по целому ряду маршрутов, но в основном как необработанными, так и очищенными сточными водами. Эффект негативного воздействия может накапливаться очень медленно, так что основные изменения остаются незамеченными до тех пор, пока совокупный уровень этих последствий окончательно не приведет к необратимым изменениям. При рассмотрении классификации по этой группе отходов (ФО) целесообразно проанализировать материал (литературный и экспериментальный) по воздействию на человека, по происхождению (пути синтеза и природные источники), по воздействию на объекты окружающей среды, что будет способствовать формированию более целенаправлен-

ной и гармоничной классификации внутри класса «Г».

### Заключение

Разнообразие ФО, связанное с их происхождением и составом, усложняет процесс классификации и требует детализации для эффективного обращения с ними. Ранее неизвестные, непризнанные, непредвиденные или незамеченные химические загрязнители окружающей среды в настоящее время вызывают серьезную озабоченность ученых-экологов. Контроль и предупреждение загрязнения среды обитания человека необходимо осуществлять с использованием современных технологий мониторинга с учетом мутагенных и канцерогенных факторов.

В целом же мы надеемся, что теоретическая и практическая работа в направлении актуализации и разработки более детальной классификации ФО позволит:

- активизировать совместные усилия экологов и токсикологов во всех направлениях по обращению с ФО;

- обеспечить обследование очистных стоков, поверхностных/подземных вод, питьевой воды по содержанию в них ФО и их биологически активных продуктов трансформации, как следствие, помогать установить их происхождение;

- выявить спектр возможных физиологических последствий ФО на живые организмы в окружающей среде (особенно в водных объектах);

- сделать вывод о целесообразности дальнейшей работы по этому экологическому направлению, способствующему укреплению профилактики среды обитания человека.

### Список литературы

1. Акимкин В.Г., Бормашов А.В. Современное состояние и перспективы решения проблемы обращения с медицинскими отходами в Российской Федерации // Медицинский алфавит. Эпидемиология и гигиена. 2013. № 2. С. 48–53.
2. Bdoor A., Altrabsheh B., Hadadin N., Al-Sharif M. Assessment of medical wastes management practice: A case study of the northern part of Jordan. // Waste Management, 2007. Vol. 27. P. 746–759. DOI: 10.1016/j.wasman.2006.03.004.
3. Manzurul M. Hassan, Shafiqul Azam Ahmed, K. Anisur Rahman, Tarit Kanti Biswas. Pattern of medical waste management: existing scenario in Dhaka City, Bangladesh // BMC Public Health 2008. 8:36. P. 4–10. DOI: 10.1186/1471-2458-8-36.
4. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 05.09.2018).
5. Базельская конвенция. О контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Женева, 2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/leaflets/leaflet-control-procedures-ru> (дата обращения: 05.09.2018).

6. Cheng Y.W., Sung F.C., Yang Y., Lo Y.H., Chung Y.T., Li K.-C. Medical waste production at hospitals and associated factors // *Waste Management*. 2009. Vol. 29. P. 440–444. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.01.014.
7. Рахманин Ю.А., Русаков Н.В. Медицинские отходы: приоритеты исследований, ТБО // *Управление отходами*. 2006. № 12. С. 4–6.
8. Windfeld E.S. Brooks MSL – Medical waste management – A review. *Journal of environmental management*. 2015. v. 163. P. 98–108.
9. Гумарова Ж.Ж., Бекшин Ж.М. Гигиенические аспекты управления медицинскими отходами Астаны // *Гигиена и санитария*. 2007. № 5. С. 42–43.
10. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 05.09.2018).
11. Безопасное управление отходами медико-санитарной деятельности. Краткая информация. ВОЗ. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259684/WHO-FWC-WSH-17.05-rus.pdf;jsessionid=46C8F21943D8765FC7FABDC32D50E5EB?sequence=1> (дата обращения: 05.09.2018).
12. World Health Organization (1999). Medical waste; fact sheets – Wastes from health-care activities [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/en/> (дата обращения: 05.09.2018).
13. Mathur P., Patan S., Shobhawat A.S.. Need of Biomedical Waste Management System in Hospitals – An Emerging issue – A Review // *Current World Environment*. 2012. Vol. 7(1). P. 117–124.
14. Акимкин В.Г., Бормашов А.В. Анализ нормативной базы по обращению с медицинскими отходами в Российской федерации // *Медицинский алфавит. Эпидемиология и гигиена*. 2013. № 4. С. 45–48.
15. Самутин Н.М. и др. Приоритетные технологии системы обращения с медицинскими отходами // *Гигиена и санитария*. 2015. Т. 94. № 7. С. 35–37.
16. ANVISA, 2004. National Health Surveillance Agency. Resolution No. 306, December 2004 [Электронный ресурс]. (Adopts provisions concerning technical regulation for managing healthcare waste. URL: [http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2004/res0306\\_07\\_12\\_2004.html](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html))> (дата обращения: 05.09.2018).
17. Moreira A.M.M., Günther W.M.R.. Assessment of medical waste management at a primary health-care center in São Paulo, Brazil. *Waste Management*. 2013. Vol. 33. P. 162–167.
18. Зудинова Е.А., Балакаева А.В., Мамонтова Л.С., Тимофеева Т.В. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения мегаполисов при централизованной системе обеззараживания медицинских отходов // *Медицинский алфавит*. 2015. № 1. № 6. С. 50–54.
19. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральная служба по надзору в сфере природопользования письмо от 08.07.2016 г. № АА-03-03-32/13510 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 05.09.2018).
20. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 05.09.2018).
21. Linninger A. A., Chakraborty A. Pharmaceutical Waste Management Under Uncertainty. *Computers and Chemical Engineering*. 2001. v. 25. P. 675–681.
22. Mustafa Ali, Wenping Wang, Nawaz Chaudhry, Yong Geng. Hospital waste management in developing countries: A mini review // *Waste Management & Research* 2017. Vol. 35 (6). P. 581–592. DOI: 10.1177/0734242X17691344.
23. Hossain M.S., Santhanam A., Nik Norulaini N.A., Omar A.K. Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment--A review. *Waste Manag.* 2011. Vol. 31(4). P. 754–766.
24. Taghipour H., Mohammadyarei T., Jafarabadi M.A., Hashemi A. A. On-site or off-site treatment of medical waste: a challenge // *Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 2014. 12:68. URL: <http://www.ijehse.com/content/12/1/68> (дата обращения: 05.09.2018).
25. Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 05.09.2018).

УДК 615.275.4

**НЕЙРОПРОТЕКТОРНАЯ РОЛЬ HYDROGEN PEROXIDE**

<sup>1</sup>Рева И.В., <sup>2</sup>Ямамото Т., <sup>1</sup>Гульков А.Н., <sup>3,4</sup>Язутано Такафуджи, <sup>1</sup>Балдаев С.Н.,  
<sup>1</sup>Пикула К.С., <sup>1</sup>Индык М.В., <sup>5</sup>Лемешко Т.Н., <sup>1</sup>Вершинина С.С., <sup>1</sup>Багрянцев В.Н., <sup>1</sup>Рева Г.В.

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, e-mail: RevaGal@yandex.ru;

<sup>2</sup>Международный медицинский научно-образовательный центр, Ниигата, e-mail: avers2@yandex.ru;

<sup>3</sup>Институт медицинских исследований Ногучи, Токио;

<sup>4</sup>Гавайский международный университет, Гонолулу, e-mail: takafuji0213@fdmip.co.ip;

<sup>5</sup>Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, e-mail: tilttil@yandex.ru

В качестве возможного аналога и альтернативного средства дорогим нейропротекторным препаратам не исследован *white hydrogen peroxid*, свойства и механизмы воздействия которого на нервную ткань головного мозга практически не изучены. На материале лабораторных крыс установлено, что энтеральное введение препарата *hydrogen peroxide* (3 мг/кг/день) в течение 10 дней, перед экспериментальной ишемией мозга крыс оказывает статистически значимое цитопротекторное действие на нейроны головного мозга. В эксперименте установлено, что устойчивость к ишемии нейронов мозга крыс повышается, что коррелирует с более высокой степенью выраженности функционирующих сосудов микроциркуляторного русла, сохранением структур гематоэнцефалического барьера, сохранностью структуры эндотелиоцитов и количественного соотношения нейронов и нейроглии. Степень повреждения клеток, гипертрофия и разрушение базальной мембраны в сосудах двигательной и сенсорной зонах корковых формаций менее выражены в группе эксперимента в сравнении с группой контроля при энтеральном введении препарата *hydrogen peroxide*. Анализ полученных результатов свидетельствует о перспективности изучения возможности альтернативного применения *hydrogen peroxide* при соответствующей дозировке препарата в качестве средства для нейропротекторного действия при хронической ишемии мозга, а также для профилактики, лечения и реабилитации больных, перенесших инсульт. Полученные данные свидетельствуют о выраженном нейропротекторном действии *hydrogen peroxide*.

**Ключевые слова:** нервные клетки, глиоциты, нейропротекция, *hydrogen peroxide*, ишемия, программированная гибель клеток, альтерация, репарация

**NEUROPROTECTIVE ROLE OF HYDROGEN PEROXIDE**

<sup>1</sup>Reva I.V., <sup>2</sup>Yamamoto T., <sup>1</sup>Gulkov A.N., <sup>3,4</sup>Yasutane Takafuji, <sup>1</sup>Baldaev S.N., <sup>1</sup>Pikula K.S.,  
<sup>1</sup>Indyk M.V., <sup>5</sup>Lemeshko T.N., <sup>1</sup>Vershinina S.S., <sup>1</sup>Bagryantsev V.N., <sup>1</sup>Reva G.V.

<sup>1</sup>Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: RevaGal@yandex.ru;

<sup>2</sup>International Medical Research Center (IMERC), Niigata, e-mail: avers2@yandex.ru;

<sup>3</sup>Noguchi Medical Research Institute, Tokyo;

<sup>4</sup>University of Hawai'i, Honolulu, e-mail: takafuji0213@fdmip.co.ip;

<sup>5</sup>Pacific State Medical University, Vladivostok, e-mail: tilttil@yandex.ru

As a possible analogue and alternative means of expensive neuroprotective drugs, *white hydrogen peroxid* has not been studied, whose properties and mechanisms of action on the nervous tissue of the brain have not been practically studied. Based on the material of laboratory rats, it was established that enteral administration of the drug *hydrogen peroxide* (3 mg / kg / day) for 10 days, prior to the rat brain cerebral ischemia, has a statistically significant cytoprotective effect on the neurons of the brain. The experiment found that rat brain neuronal resistance to ischemia increases, which correlates with a higher degree of functioning of the microvasculature vessels, preservation of the structures of the blood-brain barrier, preservation of the structure of endotheliocytes and quantitative ratio of neurons and neuroglia. The degree of damage to the epithelium, hypertrophy and destruction of the basement membrane in the vessels of the motor and sensory zones of the cortical formations are less pronounced in the experimental group in comparison with the control group after the enteral administration of the preparation *hydrogen peroxide*. Analysis of the obtained results indicates the promise of studying the possibility of alternative use of hydrogen peroxide with appropriate dosage of the drug as a means for neuroprotective action in chronic brain ischemia, as well as for the prevention, treatment and rehabilitation of stroke patients. The findings suggest a pronounced neuroprotective effect of *hydrogen peroxide*.

**Keywords:** nerve cells, gliocytes, neuroprotection, *hydrogen peroxide*, ischemia, programmed cell death, alteration, repair

Болезни системы мозгового кровообращения являются проблемой особой медицинской и социальной значимости, по уровню фактически соответствующей эпидемии в мировом масштабе [1]. В общей структуре заболеваний нервной системы, нарушения мозговой гемодинамики составляют от 15 до 24,6%, занимая второе место после

ишемической болезни сердца по смертности в России. Учитывая демографическое старение населения, рост факторов риска и распространенности проблем кровообращения мозга, по данным Всемирной Организации Здравоохранения, прогнозируется увеличение количества пациентов с нарушениями церебрального кровообращения.

Применяемые в практическом здравоохранении препараты для больных с ОНМК отличаются дороговизной и большим перечнем противопоказаний [2]. При этом *hydrogen peroxide*, уже известный своими положительными свойствами нейропротекции и широко применяемый в других странах для лечения ОНМК, в России на современном этапе не исследован в качестве возможного аналога и альтернативного средства дорогим нейропротекторным препаратам [3–5].

Токсикокинетика и токсикодинамика *hydrogen peroxide* практически не изучена [6, 7]. Наличие немногочисленных положительных результатов по воздействию препарата в условиях ишемии лабораторных животных (мышей) и птиц, а также на клеточные культуры нейроцитов говорят о реальных возможностях использования *hydrogen peroxide* в условиях клиники. Это послужило основанием для выбора нами именно этого направления исследований в изучении нейропротекторной роли *hydrogen peroxide* на модели лабораторных беспородных крыс.

Цель исследования: выявить нейропротекторное воздействие *hydrogen peroxide* на нейроны мозга в эксперименте на модели крысы в условиях ишемии.

Задачами исследования явилось проведение анализа реакции нейронов сенсорной и моторной коры на воздействие *hydrogen peroxide* при ишемии головного мозга крысы.

### Материалы и методы исследования

Патоморфологические исследования проведены с учётом приказа Минздравмедпрома РФ от 29.04.94 № 82 «О порядке проведения патологоанатомических вскрытий». Исследование было выполнено для получения оценки церебропротекторной активности *hydrogen peroxide*. Ишемия головного мозга была вызвана у 10 самцов беспородных белых крыс временной двусторонней окклюзией внутренней сонной артерии (ВСАО) в течение 30 мин. Животные были разделены на 3 группы: 1 крыса служила контролем, в 3-х экспериментальных группах по 3 крысы в каждой производили ишемию с последующим применением *hydrogen peroxide* и физраствора для сравнения и анализа результатов применения *hydrogen peroxide*. В одной из экспериментальных групп проводилось введение 3 мг/кг *hydrogen peroxide* в течение 10 дней до экспериментов и после ВСАО.

Группа I: энтерально вводили физраствор (10 мл/кг), без индукции ишемии (контроль).

Группа II: вводили физраствор (10 мл/кг), с последующей двусторонней окклюзией внутренней сонной артерии (ВСАО) в течение 30 мин, затем 10 дней энтерально вводили препарат *hydrogen peroxide*;

Группа III: Производили окклюзию ВСАО в течение 30 мин и затем 10 суток энтерально применяли *hydrogen peroxide* в дозе 10 мл р-ра на 1 кг веса

при разведении 1 т. в 250 мл дистиллированной воды (стандарт);

Группа IV: энтерально вводили *hydrogen peroxide* (3 мг/кг/день) в течение 10 дней, производили ВСАО в течение 30 мин и затем 10 суток энтерально применяли *hydrogen peroxide* (стандарт).

Перед проведением эксперимента с ВСАО крысам был произведён наркоз с тиопенталом натрия (40 мг/кг) на хирургической платформе со стороны спинки; на вентральной поверхности по срединной линии был сделан надрез в области шеи для обнажения трахеи животного; после этого, каждая из общих сонных артерий была тщательно изолирована от смежного блуждающего нерва. Хлопчатобумажную нить продели под каждую сонную артерию и закрепили хирургический узел на обе артерии для 30 минутной индукции ишемии. После 30-минутной ишемии ВСА были освобождены от узлов для восстановления кровотока через сонные артерии (реперфузия) в течение 4 с. Температуру тела крыс сохраняли около  $37^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  в течение всего хирургического вмешательства с помощью хирургической платформы с автоматическим подогревом. Контрольные животные получали те же хирургические процедуры, за исключением ВСАО. После завершения реперфузионного периода, мозги вырезали под наркозом для определения в ткани морфологических показателей гистопатологии, и получения сравнительной оценки размера инфаркта головного мозга и пластичности ткани мозга крыс в IV экспериментальной группе относительно I, II и III группы.

В исследовании применен классический гистологический метод окрашивания гематоксилином и эозином, позволяющий получить как общую морфологическую картину нейронов двигательной и сенсорной коры, так и выявить пластичность структур мозга с анализом функционирующих сосудов микроциркуляторного русла мозга. Для анализа материала и изготовления иллюстративного материала использован микроскоп Olympus – Vx82 с цифровой камерой CDx82 с фирменным программным обеспечением.

### Результаты исследования и их обсуждение

Структура коры в группе контроля соответствует морфологической картине мозга, описанной другими исследователями (рис. 1).

В экспериментальной группе, получавшей физиологический раствор, было установлено, что в части нейронов в области экспериментальной острой ишемии и развившегося инфаркта мозга формируется светлоокрашенное окружающее ядро пространства, свидетельствующее о вступлении клеток в апоптоз (рис. 2). Идентифицируются апоптозирующие не только нервные клетки, но и нейроглия. Как результат апоптоза, индуцированного ишемией, в поле зрения выявляются апоптические тельца. Анализ структуры ядер в корковых нейронах показал различный уровень дезорганизации хроматина, разрушение кариолеммы, дегенерацию и гибель нейронов. В части нейронов ядра не идентифицируются, отмечено расширение венозных сосудов (рис. 2).

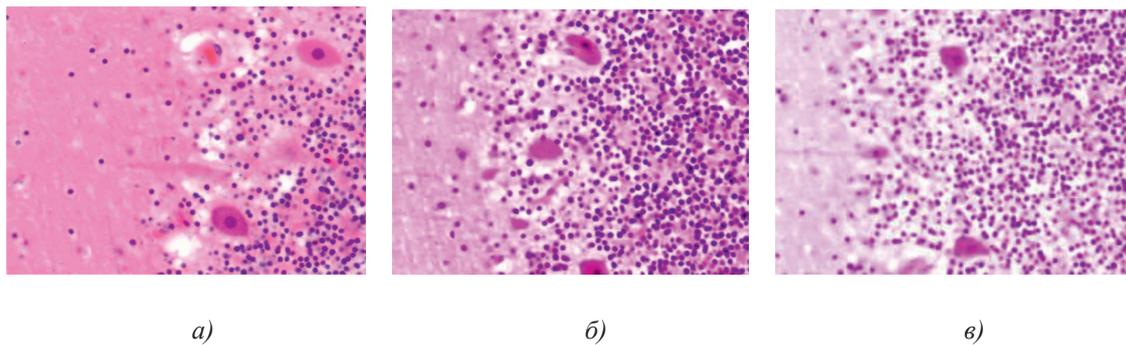


Рис. 1. Контроль. А, б, в – двигательная кора. Микрофото. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x100

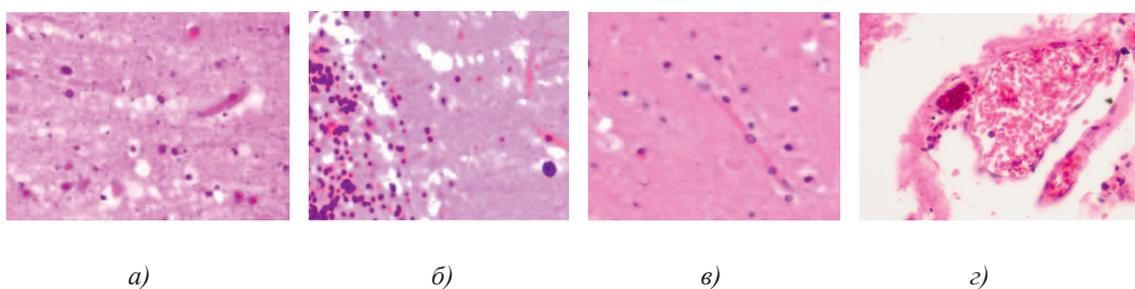


Рис. 2. Нервные клетки двигательной коры в условиях экспериментального ишемического инсульта. а – апоптотические клетки; б – нейроны с гранулами. Апоптоз и расширенные капилляры; в – капилляр, г – вена мозга крыс после ишемии. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофото. Ув. x100

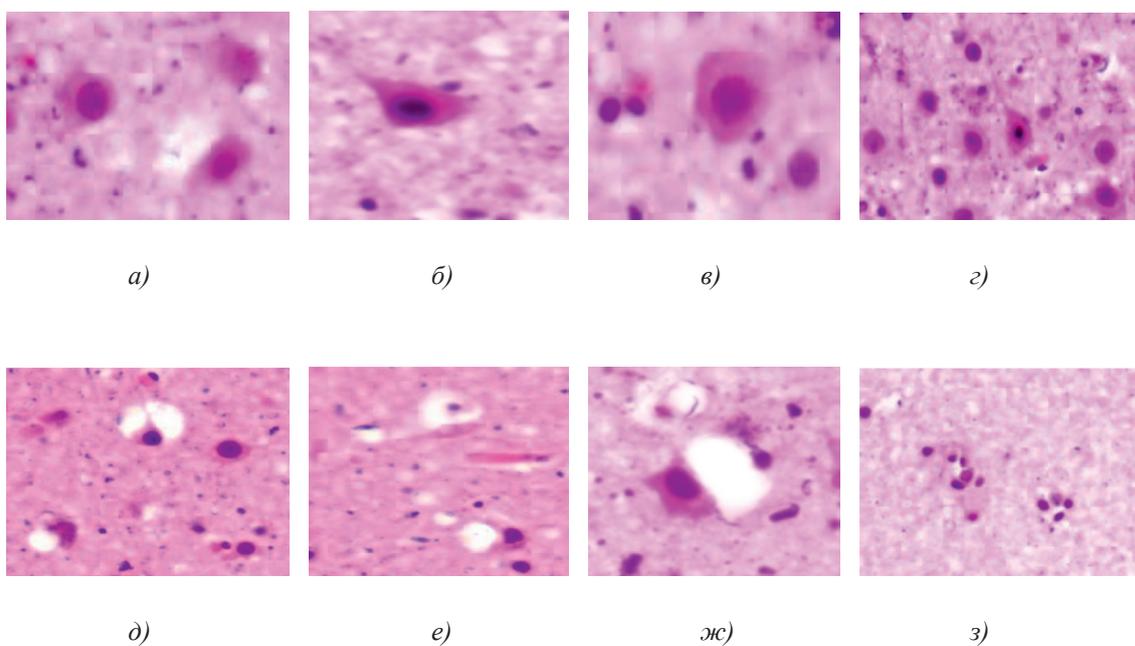


Рис. 3. а–г – кора головного мозга intactных крыс; д–з – кора головного мозга экспериментальных крыс. Микрофото. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x100

Анализ результатов повреждения нейронов в группах контроля и эксперимента

№ группы	I	II	III	IV
Структуры в поле зрения				
Нейроны	2	2	4	6
Нейроглия	3	3	7	9
Расширены или закупорены сосуды	4	4	2	1
Гипертрофия эндотелия	100%	100%	50%	40%
Апоптоз	5	5	3	2

Примечание. \*P < 0,05.

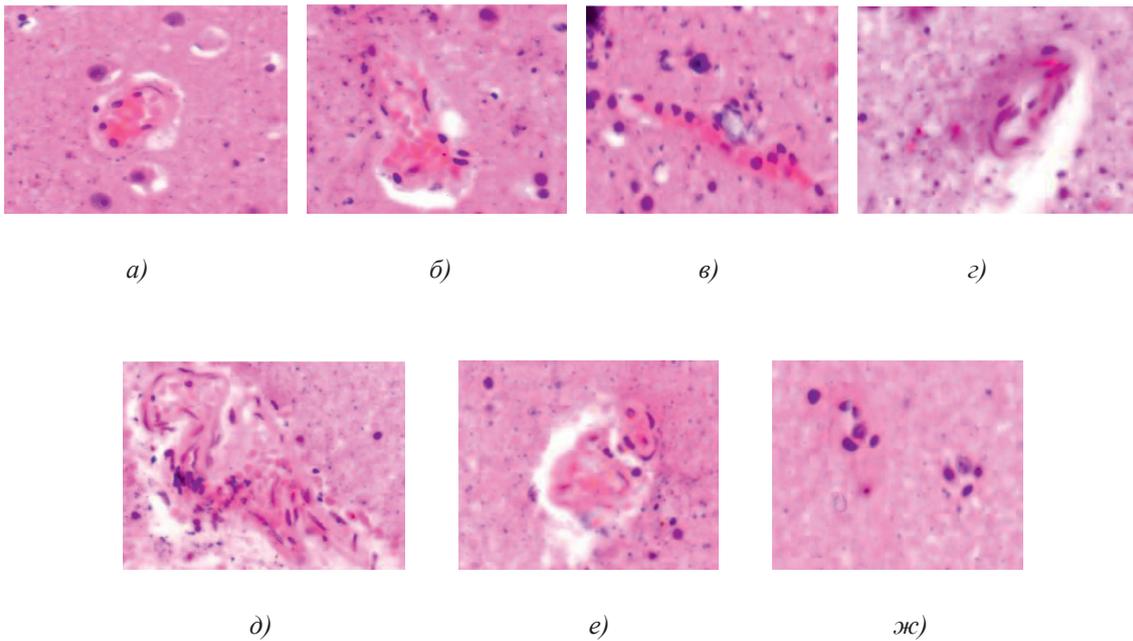


Рис. 4. Кровеносные сосуды головного мозга крыс в условиях острой ишемии. Микрофото. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x100. а) в просвете сосудов лейкоциты и эритроциты; б) гипертрофия и гибель эндотелия в группе II; в) расширенные капилляры в зоне артерио-венулярных анастомозов; г, д) артериолы с буллезными выпячиваниями стенки; е, ж) гипертрофированный эндотелий

Сенсорная кора группы контроля характеризуется крупными нейронами с базофильными ядрами круглой и овальной формы (рис. 3, а-г). В группах эксперимента ВСаО сопровождается апоптозом нейронов и нейроглии (рис. 3, д-з).

Нами отмечено, что часть кровеносных сосудов крыс групп II и III имела в просвете сосудов лейкоциты и эритроциты (рис. 4, а), в группе II наблюдалась гипертрофия и гибель эндотелия (рис. 4, б), идентифицировались расширенные капилляры в зоне артерио-венулярных анастомозов (рис. 4, в), артериолы имели буллезные выпячивания стенки (рис. 4, г, д), гипертрофированный эндотелий (рис. 4, е, ж).

Нами отмечено, что степень повреждения нервной ткани в группе контроля, а так-

же в группах, получавших гидрогена пероксид до и после ВСаО, имеет статистически достоверные отличия, свидетельствующие о том, что применение *hydrogen peroxide* оказывает нейропротекторное действие. При этом более выраженная защита нейронов при применении *hydrogen peroxide* отмечена при введении препарата до и после ВСаО (таблица).

Таким образом, анализ количественных данных показывает, что *hydrogen peroxide* оказывает не только нейропротекторный эффект, но и сосудосберегающий в сравнении с группой контроля от 20 до 60%, что позволяет предположить, что препарат проявляет защитное действие за счет антиоксидантного эффекта и уменьшения митохондриальной дисфункции в ишемизиро-

ванных нейронах мозга крыс. Это требует дальнейшей более глубокой расшифровки механизмов нейропротекции для использования гидрогена пероксида в качестве альтернативного антиишемического препарата, как для лечения, так и профилактики инсультов. Механизм нейропротекторного действия *hydrogen peroxide* может быть рассмотрен с точки зрения биохимических каскадов, возникающих при ишемии, и химических свойств препарата [8–10]. Ишемия, возникшая вследствие ВСаО, обуславливает кислородное голодание клеток всех отделов ЦНС. В результате критического снижения гемоперфузии наступает ишемическое повреждение [11]. Закономерности развития ишемического повреждения мозга объясняются чувствительностью нейронов к недостатку кровоснабжения («дисгемический этап»), активацией метаболических реакций клеточных элементов нервной системы в условиях дегенерации (этапы «глутамат-кальциевого каскада»). Отмечено, что повреждение гематоэнцефалического барьера в условиях ишемии имеет характерные признаки, связанные не только с апоптозом нейроглии, но и эндотелия стенки кровеносных сосудов.

Приобретаемая нейроглией, окружающей нейроны, яркая ядерная базофилия является следствием апоптических изменений. Подобные изменения могут проявляться не только в условиях ишемии мозга, но и быть следствием других нарушений клеточного дыхания и при гипогликемии. Морфологические изменения клеток характерны для хронической недостаточности кислорода, характеризуются специфической гистологической картиной, отражающей патологию в системе передачи кислорода клеткам гемоглобином.

Некоторыми авторами были отмечены включения элементов металлов в нейронах корковых формаций пациентов, страдающих нейродегенеративными заболеваниями [12]. Авторы провели эксперименты с применением воздействия на клетки  $H_2O_2$  и Ar-42 пептида в его олигомерной форме. Было установлено, что второй вариант терапии вызывает повышение содержания маркеров окислительного стресса, окисленных белков и липидов, а также нарушений в структуре ДНК. Клетки в условиях применения  $H_2O_2$  характеризовались повышенным уровнем Zn и более низким содержанием ядерного Ca в сравнении с контролем без каких-либо окислительных обработок. Нейроны и глия, обработанные с A – 42 пептида в олигомерной форме имеют повышенный уровень ядерных Mg, Ca, Fe и Zn в сравнении с контролем. Данные показали, что

механизм влияния  $H_2O_2$  на поток металлов в клеточных структурах отличается от механизмов воздействия других препаратов, применяемых в современном лечении нейродегенеративных заболеваний.

В связи с ключевой ролью нейроглии в гематоэнцефалической защите мозга от нейротоксических воздействий, в том числе в условиях окислительного стресса, S. Singh с соавторами (2017) в качестве перспективного нейропротекторного терапевтического средства, повышающего функциональную активность астроцитов путем усиления функции митохондрий предложен  $H_2O_2$  [13]. Авторы изучили влияние *hydrogen peroxide*, прототипичную активной форме  $O_2$ , аффилированного с воспалительной реакцией, на концентрацию С-реактивного белка (СРБ). Результаты исследования показали, *hydrogen peroxide* может быть использован в качестве биологического модификатора функции и структуры СРБ. J. Zhao с соавторами (2017), напротив, считают  $H_2O_2$  средством для индукции окислительных процессов в клетках в условиях пробирики. При этом в исследовании было показано, что геном имеет разную чувствительность к окислительному стрессу, индуцированному экзогенным  $H_2O_2$  [14].

F.R. De Santana с соавторами (2017), показали, что в зависимости от уровня перехода  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$  наблюдается сниженная миграция макрофагов и их способность к фагоцитозу вследствие изменения электропотенциалов, что объясняет клиническое ухудшение состояния на фоне ишемии, связанное с переходом 2-валентного железа в  $Fe^{3+}$ , обладающим меньшей способностью отдавать кислород тканям. Известно, что большая часть окислительно-восстановительных реакций происходит в присутствии иона металла, переносчика одного электрона, как при реакции взаимодействия перекиси водорода с ионом  $Fe^{2+}$  с генерированием гидроксильных радикалов, открытой Фентоном в 1894 г. Гидроксильные радикалы в комбинации с солями железа окисляют альдозы до озонов. Нарушение каскада реакций является следствием превращения иона двухвалентного железа в ион трехвалентного железа, что усугубляет ишемическое повреждение клеток.

Большинство авторов утверждают, что выделяемая клетками  $H_2O_2$  оказывает токсический эффект, но не отрицают положительной роли экзогенного воздействия [15, 16], в отличие от S. Sutariya, H. Patel (2017), получивших положительные результаты после воздействия на изолят сывороточного белка (WPI) растворами с различной концентрацией  $H_2O_2$  в диапазоне концен-

траций 0–0,144 в деионизированной воде. К выводам о положительном воздействии *hydrogen peroxide* пришли Y. He с соавторами (2017), предложившие консервативное лечение онкологических заболеваний с использованием реакции Фентона, имеющие в своей основе световое облучение ткани, способствующее передаче электронов к  $\text{Fe}^{3+}$  из  $\text{FeOxH}$  для ускорения их реакции с  $\text{O}_2$ , с образованием супероксидных анион-радикалов, подвергающихся реакции диспропорционирования и генерирования  $\text{H}_2\text{O}_2$  [17]. За этим следует реакция  $\text{H}_2\text{O}_2$  с  $\text{Fe}^{2+}$  с образованием  $\text{FeOxH}$ , посредника в реакции Фентона, с производством гидроксильных радикалов. Авторами показана возможность использования GO- $\text{FeOxH}$  в качестве наноагента в эффективной консервативной терапии рака.

Выполнение фагоцитарной функции эффекторными иммунными клетками реализуется через каскад реакций с образованием *hydrogen peroxide*. Для выполнения защитных функций фагоциты обладают распознающими рецепторами, кислородозависимыми и кислородонезависимыми механизмами киллинга микроорганизмов с генерированием активных форм неорганических окислителей, вызывающих деструкцию фагоцитируемого объекта: *hydrogen peroxide*, супероксид анион ( $\text{O}_2^-$ ), синглетный кислород ( $^1\text{O}_2$ ) и другие. В качестве результата реакций, катализируемых ферментом супероксидсмутазой (СОД), две молекулы СОД дают перекись водорода, обладающую высоким антимикробным действием. Усиливает эффект окислением хлоридов *hydrogen peroxide* благодаря присутствию миелопероксидазы (МПО) с формированием мощного цитотоксического агента – гипохлорной кислоты  $\text{HOCl}$ , при окислении которой супероксидным радикалом выделяется гидроксильный радикал  $\text{OH}$ . Дальнейшее окисление гипохлорит-иона перекисью водорода способствует синтезу синглетного кислорода  $^1\text{O}_2$ , являющегося источником синтеза озона  $\text{O}_3$ , ещё более усиливающего мощный антимикробный ответ.

### Заключение

Анализ собственных и литературных данных свидетельствует, что при поражениях мозга, когда повышается уровень «активной формы» железа, необходима стимуляция образования  $\text{OH}$  радикала, выполняющего роль прооксиданта. В присутствии металлов переменной валентности происходит образование из тиолов восстановленной формы реактивных тиоловых радикалов – соединений типа  $\text{RS}$  и  $\text{OH}$  [18]. Активные формы кислорода (АФК), генери-

руемые  $\text{H}_2\text{O}_2$  и другими источниками, участвуют как вторичные посредники, выполняя роль в регуляции процессов клеточного роста, программированной гибели и клеточной адгезии. Получены данные о влиянии на пролиферативные процессы низких (микромольных) наноконцентраций *hydrogen peroxide* и подавление антиоксидантами нормальной клеточной пролиферации. Не исключено, что  $\text{OH}$ , генерируемый реакцией Фентона, служит фактором усиления клеточной пролиферации и активности митоген-активируемой протеинкиназы (МАР-киназы). Это подтверждается фактами того, что ловушки  $\text{OH}$  (маннитол, диметилсульфоксид) и хелаторы железа способны тормозить регенераторный потенциал, стимулируемый *hydrogen peroxide*. Также известно, что с АФК связана передача сигнала от тромбоцитарного фактора роста, эпидермального фактора роста, трансформирующего фактора роста Р-1, фактора некроза опухолей (ФНО-а) [19]. Участие интерлейкина-1 и интерферона в сигнальной трансдукции связывают с образованием активной формы кислорода, а фактора некроза опухолей (ФНО-а) – с  $\text{H}_2\text{O}_2$  [20]. Установлено, что в нейроглиальных клетках, окружающих нейроны, интерлейкин-1 $\beta$  повышает образование  $\text{H}_2\text{O}_2$ , вызывающее снижение фосфатазной активности и активации МАР-киназы. ФНО-а через повышение образования АФК активирует факторы транскрипции NF- $\kappa$ B и AP-1, а также программированную гибель нейронов.

Мнение об источниках  $\text{O}_2$ , как НАДН и НАДФН-оксидазы, активируемых ангиотензином, противоречит данным о способности  $\text{H}_2\text{O}_2$  индуцировать рост клеток гладкой мускулатуры сосудов [21]. Спектр механизмов влияния на клеточные процессы *hydrogen peroxide* широк, о чём говорят полученные данные о роли  $\text{H}_2\text{O}_2$  в сигнальной трансдукции тромбоцитарного фактора роста (PQGF) и трансформирующего фактора роста TGF- $\beta$ . Одним из механизмов влияния  $\text{H}_2\text{O}_2$  предполагают его действие через инактивацию протеинтирозинфосфатаз, как и эпидермального фактора роста [22].

Однако вопрос о реальном значении *hydrogen peroxide* в процессе внутриклеточной сигнализации требует дальнейших исследований. Имеющиеся на современном этапе полученные данные противоречивы и неоднозначны. Только комплексный анализ с учетом специфики функционирования нейронов, в том числе и с учётом геномных изменений, позволит реально показать роль  $\text{H}_2\text{O}_2$  в механизмах регуляции пролиферации и нейропротекции нервных клеток [23].

С учётом низкой стоимости *hydrogen peroxide*, не подлежащий запатентованию, не имеющий фактически никакой коммерческой значимости, можно принять в качестве наиболее перспективного средства после дополнительного изучения механизмов его влияния на гистофизиологию нервных клеток в целях дальнейшего стратегического решения о его применении в профилактике, лечении и реабилитации нейродегенеративных процессов в корковых формациях головного мозга человека.

*Работа выполнена при поддержке Научного фонда ДВФУ, в рамках государственного задания 17.5740/2017/6.7.*

### Список литературы

1. Tan L., Zhang X., Mei Z., Wang J., Li X., Huang W., Yang S. Fermented Chinese Formula Shuan-Tong-Ling Protects Brain Microvascular Endothelial Cells against Oxidative Stress Injury. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2016; 2016:5154290. DOI:10.1155/2016/5154290.
2. Hendriksen S.M., Menth N.L., Westgard B.C., Cole J.B., Walter J.W., Masters T.C., Logue C.J. Hyperbaric oxygen therapy for the prevention of arterial gas embolism in food grade hydrogen peroxide ingestion. *Am J Emerg Med*. 2016. 14. pii: S0735-6757(16)30926-3. DOI: 10.1016/j.ajem.2016.12.027.
3. Goldstein Sara, Meyerstein Dan, and Czapski Gidon. The Fenton reagents. *Free Radical Biology and Medicine*. 1993.15 (4). P. 435–445.
4. Lisher J.P, Tsui H.T., Ramos-Montañez S., Hentchel K.L., Martin J.E., Trinidad J.C., Winkler M.E., Giedroc D.P. Biological and Chemical Adaptation to Endogenous Hydrogen Peroxide Production in *Streptococcus pneumoniae* D39. *mSphere*. 2017. 4;2(1). pii: e00291-16. DOI: 10.1128/mSphere.00291-16.
5. Sjöberg A.P., Trouw L.A., Clark S.J., Sjölander J., Heinegård D., Sim R.B., Day A.J., Blom A.M. The factor H variant associated with age-related macular degeneration (His-384) and the non-disease-associated form bind differentially to C-reactive protein, fibromodulin, DNA, and necrotic cells. *J. Biol. Chem*. 2007. 282. 10894-10900.
6. Su C.K., Tseng P.J., Chiu H.T., Del Vall A., Huang Y.F., Sun Y.C. Sequential enzymatic derivatization coupled with online microdialysis sampling for simultaneous profiling of mouse tumor extracellular hydrogen peroxide, lactate, and glucose. *Anal Chim Acta*. 2017. № 3. 1:956:24-31.
7. Watanabe Y., Ishimori K., Uchida T. Dual role of the active-center cysteine in human peroxiredoxin 1: Peroxidase activity and heme binding. *Biochem Biophys Res Commun*. 2017. 10. pii: S0006-291X(17)30043-8. DOI: 10.1016/j.bbrc.2017.01.034.
8. Galadari S., Rahman A., Pallichankandy S., Thayyulathil F. Reactive oxygen species and cancer paradox: to promote or to suppress? *Free Radic Biol Med*. 2017. 11. pii: S0891-5849(17)30003-5. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2017.01.004.
9. Millonig G., Ganzleben I., Peccerella T., Casanovas G., Brodziak-Jarosz L., BreitkopfHeinlein K., Dick T.P., Seitz H.-K., Muckenthaler M.U., Mueller S. Sustained sub-micromolar H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> levels induce hepcidin via signal transducer and activator of transcription 3 (STAT3). *J. Biol. Chem*. 2012. P. 287, 37472-37482.
10. Rai P., Parrish M., Tay I.J.J., Li N., Ackerman S., He F., Kwang J., Chow V.T., Engelward B.P. *Streptococcus pneumoniae* secretes hydrogen peroxide leading to DNA damage and apoptosis in lung cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. P. 112.
11. Dottore G.R., Chiarini R., De Gregorio M., Leo M., Casini G., Cestari L., Sellari-Franceschini S., Nardi M., Vitti P., Marcocci C., Marinò M. Selenium rescues orbital fibroblasts from cell death induced by hydrogen peroxide: another molecular basis for the effects of selenium in graves' orbitopathy. *Endocrine*. 2017, № 1. P. 17. DOI: 10.1007/s12020-016-1226-9.
12. Lago L., Nunes E.A., Vigato A.A., Souza V.C., Barbosa F. Jr., Sato J.R., Batista B.L., Cerchiaro G. Flow of essential elements in subcellular fractions during oxidative stress. *Bio-metals*. 2017. № 1. P. 12. DOI: 10.1007/s10534-016-9988-3.
13. Singh S.K., Thirumalai A., Pathak A., Ngwa D.N., Agrawal A. Functional transformation of C-reactive protein by hydrogen peroxide. *J. Biol. Chem*. 2017. P. 17. pii: jbc.M116.773176. DOI: 10.1074/jbc.M116.773176.
14. Zhao J., Zhou H., Sun L., Yang B., Zhang L., Shi H., Zheng Y. Selection of suitable reference genes for quantitative real-time PCR in trabecular meshwork cells under oxidative stress. *Free Radic. Res*. 2017. № 1. v. 51(1). P. 103–111. DOI: 10.1080/10715762.2017.1282612.
15. Zhou H., Ding L., Wu Z., Cao X., Zhang Q., Lin L., Bian J.S. Hydrogen sulfide reduces RAGE toxicity through inhibition of its dimer formation. *Free Radic Biol Med*. 2017. № 3. 104. P. 262–271. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2017.01.026.
16. Sutariya S., Patel H. Effect of hydrogen peroxide on improving the heat stability of whey protein isolate solutions. *Food Chem*. 2017. 5. 15; 223. P. 114–120.
17. He Y., Del Valle A., Qian Y., Huang Y.F. Near infrared light-mediated enhancement of reactive oxygen species generation through electron transfer from graphene oxide to iron hydroxide/oxide. *Nanoscale*. 2017. 1. DOI: 10.1039/c6nr08784a.
18. Fenton H.J.H. Oxidation of tartaric acid in presence of iron. *J. Chem. Soc., Trans*. 1894. T. 65 (65). P. 899–911.
19. Okahashi N., Nakata M., Kuwata H., Kawabata S. *Streptococcus oralis* induces lysosomal impairment of macrophages via bacterial hydrogen peroxide. *Infect. Immun*. 2017. T. 84. P. 2042–2050. DOI: 10.1128/IAI.00134-16.
20. Patel R.P., Moellering D., Murphy-Ullrich J., Jo H., Beckman J.S., Darley-Usmar V.M. Cell signaling by reactive nitrogen and oxygen species in atherosclerosis. *Free Radic. Biol. Med*. 2000. P. 1780–1794.
21. Dubinina E.E. The role of reactive oxygen species as signaling molecules in tissue metabolism under conditions of oxidative stress. *Questions of medical chemistry*. 2001. T. 47. № 6. P. 561–581.
22. Haber F., Weiss J. Über die Katalyse des Hydroperoxydes, *Naturwissenschaften*. 1932. DOI: 10.1007/BF0150471.
23. Pospisil P. Production of Reactive Oxygen Species by Photosystem II as a Response to Light and Temperature Stress. *Front Plant Sci*. 2016. T. 12. № 26. P. 7:1950. DOI: 10.3389/fpls.2016.01950.