

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

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

Корректор Ж.В. Кошелева

Техническое редактирование и верстка С.Г. Нестерова

Подписано в печать 1.11.2017

Дата выхода номера 1.12.2017

Формат 60x90 1/8

Типография НИЦ "Академия Естествознания"

410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 21,5

Тираж 500 экз.

Заказ МЖПиФИ 2017/11

© НИЦ "Академия Естествознания"

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Технические науки*

О ВЫРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКТА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ СУДОВОЙ ЛЕБЕДКИ <i>Оленин А.Л.</i>	9
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ПРИВЯЗКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ <i>Римский-Корсаков Н.А.</i>	13
КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБЛИЖЁННЫХ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ РАЗВЁРТОК ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ И НАПРАВЛЕНИЕ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ КОРРЕКТИРОВКИ ФИГУРЫ ЧЕЛОВЕКА <i>Шалмина И.И., Копылов А.Ю.</i>	18
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОБОДНОПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВНЕШНИМ ПОДВОДОМ ТЕПЛОТЫ В СОСТАВЕ УСТАНОВОК МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ <i>Шустров Ф.А., Иванов Д.А., Некрасов А.С.</i>	22
<b>Физико-математические науки</b>	
ДИАГРАММА ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО КАНАЛЬНО-УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ ТИТАНОВЫХ ОБРАЗЦОВ <i>Зеленугин С.А., Бодров А.С., Пахнutowa Н.В.</i>	28
ВОЗБУЖДЕНИЕ ПРЕЦЕССИРУЮЩИХ СОЛИТОНОВ В ФЕРРОМАГНЕТИКЕ С АНИЗОТРОПИЕЙ ТИПА «ЛЕГКАЯ ОСЬ» <i>Расковалов А.А., Баталов С.В.</i>	32
<b>Медицинские науки</b>	
СОМАТИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ <i>Алтысова А.Р., Суббота Ю.В.</i>	37
РОЛЬ ЭНТЕРОЛА (SACCHAROMYCES BOULARDII) В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ АНТИБИОТИКОАССОЦИИРОВАННОЙ ДИАРЕИ У ДЕТЕЙ <i>Бегайдарова Р.Х., Стариков Ю.Г., Алиынбекова Г.К., Дюсембаева А.Е., Девдарияни Х.Г.</i>	40
РЕГУЛЯЦИЯ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ МАТРИКСНЫМИ МЕТАЛЛОПРОТЕЗАМИ <i>Воропаева А.А., Фаламеева О.В., Садовой М.А.</i>	45
ОЦЕНКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА <i>Зубкова А.А., Фелькер Е.В.</i>	50
ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОК С ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЙ ОВАРИАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ ПО ДАННЫМ ГОСПИТАЛЬНОГО РЕГИСТРА <i>Коваленко И.И., Данусевич И.Н., Наделяева Я.Г., Лазарева Л.М., Аталян А.В., Сутурина Л.В.</i>	53
ДИССЕКЦИЯ БРАХИОЦЕФАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНЫХ СОБЫТИЙ В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР И КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ <i>Корно Н.В., Иванова Н.Е., Рошковская Л.В., Качесов Э.Ю., Нефедов К.С., Харькова М.Ю., Иванов А.Ю., Труфанов Г.Е., Соколов А.В.</i>	57
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬФА-ЛИПОЕВОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ОКСИДАТИВНОМ СТРЕССЕ <i>Корнякова В.В., Конвай В.Д., Степанова И.П., Ашвиц И.В., Муратов В.А.</i>	63
ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЯ РАБОТЫ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА ЛИЦ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА <i>Снегирева Л.В.</i>	68
ГАСТРОЦИСТОПЛАСТИКА ПРИ СПИНАЛЬНОМ МОЧЕВОМ ПУЗЫРЕ <i>Султаналиев Т.А., Жумагазин Ж.Д., Сарсебеков Е.К.</i>	72

<b>Биологические науки</b>	
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОСТНОЙ ТКАНИ ГОЛОВКИ БЕДРА В РАННИЕ СРОКИ ПОСЛЕ СУБКАПИТАЛЬНОГО ПЕРЕЛОМА ШЕЙКИ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ <i>Белинов Н.В., Смекалов В.П.</i>	76
ОЦЕНКА ТКАНЕИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ (СКАФФОЛДОВ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КОНФОКАЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ <i>Ларионов П.М., Маслов Н.А., Богачев С.С., Проскурина А.С., Самохин А.Г., Щелкунова Е.А., Терещенко В.П., Павлов В.В., Баринов А.А.</i>	81
К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДНЕВНЫХ БАБОЧЕК В УСЛОВИЯХ КАТУНСКОГО РЕКРЕАЦИОННОГО РАЙОНА <i>Малков П.Ю.</i>	86
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АСКОРБИНАТА НИКОТИНАМИДА <i>Сарыбаева Б.Д., Пишугин Ф.В., Арзыбаев М.А., Исаев М.А.</i>	91
<b>Географические науки</b>	
ЭТНИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР В ПОСТСОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАНАХ ЕВРОПЫ <i>Зиновьев А.С., Туров Н.Л., Катина О.В.</i>	95
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПЕНЗЕНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНОГО ПОДХОДА <i>Чурсин А.И., Коломейчук С.О.</i>	99
<b>Сельскохозяйственные науки</b>	
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЫДЕЛИВШИХСЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА <i>Донгак М.М.</i>	107
ПОДБОР БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВосмесей для создания сеяных сенокосов в экстремальных условиях Республики Тыва <i>Монгуш Л.Т.</i>	112
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-СЕРВИСОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Тугуз Р.К., Панеш А.Х.</i>	118
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛИНИЙ РЕГЕНЕРАНТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА <i>Турганбаева А.К., Какимжанова А.А., Шек Г.О., Жаныбекова Ж.Т.</i>	124
<b>Фармацевтические науки</b>	
ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ ТРАВЫ МАРЬЯННИКА СЕРЕБРИСТОПРИЦВЕТНИКОВОГО (MELAMPYRUM ARGYROCOMUM FISCH. EX LEBED) <i>Бубенчиков Р.А., Шкабунова М.С.</i>	128
<b>Химические науки</b>	
ВЛИЯНИЕ $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ НА ГОРЕНИЕ СМЕСИ КРЕМНИЯ И САЖИ В АЗОТЕ <i>Барина Т.В., Игнатъева Т.И., Баринов В.Ю., Ковалев И.Д., Карозина Ю.А.</i>	131
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОРОШКОВ $Si_3N_4$ ИЗ ПРОДУКТОВ СВС. ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА НА МОРФОЛОГИЮ И РАЗМЕР ЧАСТИЦ <i>Игнатъева Т.И., Барина Т.В., Семенова В.Н., Баринов В.Ю.</i>	135
<b>Экономические науки</b>	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА В МОДНОЙ ИНДУСТРИИ <i>Виниченко И.В.</i>	140
<b>Педагогические науки</b>	
ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ <i>Андропова Т.А.</i>	143

---

ОРГАНИЗАЦИЯ СФЕРЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В ВУЗЕ КАК ОСНОВА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ (НА ПРИМЕРЕ ВЛАДИВОСТОКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА) <i>Фардзинова З.А., Тараненко Н.Р., Миклина А.А.</i>	147
<b><i>Психологические науки</i></b>	
СПЕЦИФИКА ВЕРБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ У ДОШКОЛЬНИКОВ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА <i>Игнатова Т.К., Евтушенко И.В.</i>	150
<b><i>Социологические науки</i></b>	
К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Зубрянова Н.С., Дмитриев А.П., Мошенская О.А.</i>	157
<i>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ</i>	163

---

---

**CONTENTS**
**Technical sciences**

- FORMULATING OF THE DESIGN CONCEPT OF THE RESEARCH MARINE WINCH  
*Olenin A.L.* 9
- THE SPATIAL REFERENCE OF THE RESULTS OF UNDERWATER RESEARCH  
*Rimsky-Korsakov N.A.* 13
- CLASSIFICATION OF APPROACHED METHODS OF CONSTRUCTING THE TIME-VERSE  
OF CLOTHING DETAILS AND DIRECTION OF THEIR IMPROVEMENT WITH THE PURPOSE  
OF THE ADJUSTMENT OF THE FIGURE OF THE HUMAN  
*Shalmina I.I., Kopylovich A.Y.* 18
- TECHNO-ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF FREE PISTON EXTERNAL HEAT ENGINE  
IN THE COMPOSITION OF INSTALLATIONS OF SMALL SCALE DISTRIBUTED POWER  
ENGINEERING  
*Shustrov F.A., Ivanov D.A., Nekrasov A.S.* 22

**Physical and mathematical sciences**

- THE DIAGRAM OF THE DYNAMIC CHANNEL ANGULAR PRESSING OF TITANIUM SPECIMEN  
*Zelepugin S.A., Bodrov A.S., Pakhnutova N.V.* 28
- EXCITING OF THE PRECESSING SOLITONS IN A FERROMAGNET WITH THE EASY-AXIS  
ANISOTROPY  
*Raskovalov A.A., Batalov S.V.* 32

**Medical sciences**

- MEDICAL WORKER'S SOMATIC DISEASES. REVIEW  
*Alpysova A.R., Subbota Y.V.* 37
- THE ROLE OF ENTEROL (SACCHAROMYCES BOULARDII) IN PREVENTION  
AND TREATMENT OF ANTIBIOTIC-ASSOCIATED DIARRHEA IN CHILDREN  
*Begaydarova R.H., Starikov Y.G., Alshynbekova G.K., Dyusembaeva A.E.,  
Devdariani H.G.* 40
- REGULATING OF THE BONE REMODELING BY MATRIX METALLOPROTEASES (REVIEW)  
*Voropaeva A.A., Falameeva O.V., Sadovoy M.A.* 45
- EVALUATION OF DENTAL INDICATORS OF QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH  
CORONARY HEART DISEASE  
*Zubkova A.A., Felker E.V.* 50
- CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH PREMATURE OVARIAN INSUFFICIENCY  
ACCORDING TO PATIENT REGISTRY  
*Kovalenko I.I., Danusevich I.N., Nadeliaeva Y.G., Lazareva L.M., Atalian A.V., Sutura L.V.* 53
- DISSECTION OF THE BRACHIOCEPHALIC ARTERIES AS A CAUSE OF CEREBROVASCULAR  
EVENTS AT A YOUNG AGE. LITERATURE REVIEW AND CLINICAL OBSERVATION.  
*Korno N.V., Ivanova N.E., Roskowskaya L.V., Kachesov E.U., Nefedov K.S., Kharkova M.Y.,  
Ivanov A.Y., Trufanov G.E., Sokolov A.V.* 57
- ROSPECTS FOR THE USE OF ALPHA-LIPOIC ACID IN OXIDATIVE STRESS  
*Kornyakova V.V., Conway V.D., Stepanova I.P., Ashvits I.V., Muratov V.A.* 63
- GENDER ASPECTS OF ACOUSTIC MALFUNCTION AMONG WORKING POPULATION  
*Snegireva L.V.* 68
- GASTROCYSTOPLASTY FOR SPINAL BLADDER  
*Sultanaliyev T.A., Zhumagazin Z.D., Sarsebekov E.K.* 72
- Biological sciences**
- THE BONE TISSUE OF THE FEMORAL HEAD EARLY AFTER SUBCAPITAL  
NECK FRACTURES IN LABORATORY ANIMALS  
*Belinov N.V., Smekalov V.P.* 76

THE STUDY OF TISSUE-ENGINEERING CONSTRUCT (SCAFFOLD) USING CONFOCAL MICROSCOPY <i>Larionov P.M., Maslov N.A., Bogachev S.S., Proskurina A.S., Samokhin A.G., Schelkunova E.A., Tereschenko V.P., Pavlov V.V., Barinov A.A.</i>	81
EVALUATION OF STABILITY OF BUTTERFLIES POPULATIONS OF THE KATUN RECREATION DISTRICT <i>Malkov P.Y.</i>	86
BIOLOGICAL ACTIVITY OF AN ASCORBAS OF NICOTINAMIDE <i>Sarybaeva B.D., Pischugin F.V., Arzybaev M.A., Isaev M.A.</i>	91
<b>Geographical sciences</b>	
ETHNIC DIMENSION OF REGIONAL POLITICAL CULTURES IN POST-SOCIALIST COUNTRIES <i>Zinovyev A.S., Turov N.L., Katina O.V.</i>	95
PERSPECTIVES OF THE USE OF AGRICULTURAL TERRITORIES OF THE PENZENSK DISTRICT OF THE PENZEN REGION ON THE BASIS OF THE ECOLOGICAL-LANDSCAPE APPROACH <i>Chursin A.I., Kolomeichuk S.O.</i>	99
<b>Agricultural sciences</b>	
INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON EFFICIENCY OF THE ALLOCATED SELECTION LINES OF A SOFT SPRING WHEAT IN REPUBLIC TUVA <i>Dongak M.M.</i>	107
SELECTION OF BEAN-CEREALS FOR CREATION HAYMACINGS IN EXTREME CONDITIONS OF REPUBLIC TUVA <i>Mongush L.T.</i>	112
THE USE OF WEB SERVICES OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR THE CULTIVATION OF WINTER WHEAT <i>Tuguz R.K., Panesh A.H.</i>	118
RESULTS OF TESTING OF REGENERANT LINES OF SPRING SOFT WHEAT IN THE NORTH KAZAKHSTAN <i>Turganbayeva A.K., Kakimzhanova A.A., Shek G.O., Zhanybekova Z.T.</i>	124
<b>Pharmaceutical sciences</b>	
THE STUDY OF POLYSACCHARIDES OF HERB MELAMPYRUM ARGYROCOMUM (MELAMPYRUM ARGYROCOMUM FISCH.EX LEBED) <i>Bubenchikov R.A., Shkabunova M.S.</i>	128
<b>Chemical sciences</b>	
INFLUENCE OF $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ON COMBUSTION OF SILICON AND CARBON BLACK MIXTURES IN NITROGEN <i>Barinova T.V., Ignatieva T.I., Barinov V.Y., Kovalev I.D., Karozina Y.A.</i>	131
LEACHING OF $\text{Si}_3\text{N}_4$ POWDERS FROM SHS PRODUCTS. EFFECT OF THE PROCESS ON MORPHOLOGY AND PARTICLE SIZE <i>Ignatieva T.I., Barinova T.V., Semenova V.N., Barinov V.Y.</i>	135
<b>Economy sciences</b>	
FORECASTING DEMAND IN FASHION INDUSTRY <i>Vinichenko I.V.</i>	140
<b>Pedagogical sciences</b>	
INCREASING PROFESSIONAL MOTIVATION OF STUDENTS. INTERACTIVE FORMS OF CLASSES <i>Andronova T.A.</i>	143
ORGANIZATION OF SPHERE OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN THE HIGH SCHOOL AS A BASIS OF THE ENGINE ACTIVITY OF STUDENTS (ON THE EXAMPLE OF THE VLADIVOSTOK STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND SERVICE) <i>Fardzinova Z.A., Taranenko N.R., Miklina A.A.</i>	147

---

***Psychological sciences***

SPECIFICITY OF VERBAL COMMUNICATION IN CHILDREN WITH DISABILITIES OF AUTIST SPECTRUM

*Ignatova T.K., Evtushenko I.V.*

150

***Sociological sciences***

ON THE QUESTION OF EVALUATION OF THE INFLUENCE OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON THE HEALTH OF ADOLESCENTS OF THE PENZA REGION

*Zubriyanova N.S., Dmitryev A.P., Moshenskaya O.A.*

157

---

*RULES FOR AUTHORS*

163

УДК 621.86:551.465

**О ВЫРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКТА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ СУДОВОЙ ЛЕБЕДКИ****Оленин А.Л.***Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: olenant@hotmail.com*

Статья посвящена созданию модифицированного варианта электрической лебедки для судовых *in situ* зондирований в морских экспедициях. Представлена концепция, в соответствии с которой по техническому заданию ИО РАН был создан экспериментальный образец электрической лебедки. Представлены результаты её испытаний во время экспедиции в Черное море в 2013 году. Лебедка входила в состав измерительно-технологической платформы для исследований новых измерительных каналов. По результатам испытаний сформулированы принципиальные положения технического задания для проектирования модифицированной лебедки. В частности, она должна иметь индикаторы глубин погружения и места судна. Информационно-управляющая система лебедки должна иметь возможность интегрирования в информационную сеть судна, созданную для проведения зондирований. В комплекте лебедки должно быть несколько собственных легких канифас-блоков большого диаметра. Пульт управления необходимо снабдить кабелем достаточной длины.

**Ключевые слова:** лебедка, электрический привод, погружаемый зонд, измерительный канал, канифас-блок**FORMULATING OF THE DESIGN CONCEPT OF THE RESEARCH MARINE WINCH****Olenin A.L.***Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, e-mail: olenant@hotmail.com*

The development of an electrical winch for marine *in situ* research is considered. The concept of designing a modified electric winch is formulated. The results of her tests during the expedition to the Black Sea in 2013 are presented. The winch was part of the measuring and technological platform for the research of new measuring channels. The main points of the technical assignment for the design of the modified winch based on the test results are formulated. The winch should be equipped with indicators of depth of immersion and echo depth. The winch control system should be integrated into the research network on the ship. Several own lightweight large-diameter cannifa blocks in the winch set are necessary. A cable of sufficient length at the winch control panel is necessary.

**Keywords:** marine winch, electric drive, submersible probe, measuring channel, snatch-block

Проведение морских экспедиционных исследований предполагает зондирования, буксировки, работу с проточными системами анализа воды на ходу судна или постановки буйковых станций. Научно-исследовательские суда (здесь и далее – НИС) оборудуются для этих целей различными лебедками. Лебедки могут быть грузоподъемные, на барабане которых размещен металлический трос, либо кабель-тросовые, позволяющие передавать на погружаемые устройства электропитание и обмениваться с ними информацией в реальном времени. Они могут быть гидравлическими, электрическими и электрогидравлическими. Существует большой парк лебедок мировых производителей [5]. Создаются и новые типы лебедок для обеспечения зондирования на заякоренных постановках [3]. Однако в ходе выполнения автором работ, связанных с созданием новых измерительных каналов, выявилась необходимость разработки оригинального спуско-подъемного оборудования для зондирования *in situ* с борта НИС. Особенностью здесь является необходимость работать с оптико-волоконным кабель-тросом, мобильность, надежная

защита от внешних условий и невысокая цена. Кроме того, лебедка может устанавливаться на судно самого разного водоизмещения, возможно, и не научно-исследовательское по своему основному назначению (например, рыболовецкое, судно-снабженец и т.п.). В ходе создания первого варианта лебедки и натурных исследований ее возможностей сформулировано техническое задание на разработку модифицированного варианта исследовательской лебедки, необходимой для проведения различных морских работ.

**Цель исследования.** Целью исследования являлись натурные испытания созданного ранее экспериментального образца лебедки и формулирование технического задания на разработку модифицированной исследовательской лебедки.

**Материалы и методы исследования**

Исследования выполнены во время морской экспедиции в октябре 2013 года на борту НИС «Денеб» ЮНЦ РАН [6]. Данное судно водоизмещением около 300 т имеет кормовую палубу, удобную для установки исследуемого экспериментального оборудования. Район проведения работ: Черное море, район свала глубин Анапской банки. Глубина погружения

до 330 м. Лебедка устанавливалась на кормовой палубе, кабель-трос заводился через два канифас-блока и боковую стрелу-выстрел.

Исследовалась созданная ранее измерительно-технологическая платформа (здесь и далее – ИТП), в состав которой входила электрическая лебедка. Функциональная схема ИТП соответствует [7]. Исходная компоновка для проектирования лебедки представлена на рис. 1. Особенности проектирования грузоподъемной техники приведены в [4].

– оптико-волоконный вращающийся переход (задействовано одно волокно, второе волокно в кабеле резервное), надежно защищен внешним кожухом;

– барабан большого начального диаметра (380 мм) для исключения малого радиуса изгиба оптического волокна;

– разводка волокон и электрических линий кабель-троса внутри защищенной полости барабана;

– ленточный тормоз барабана с ручным винтовым приводом;

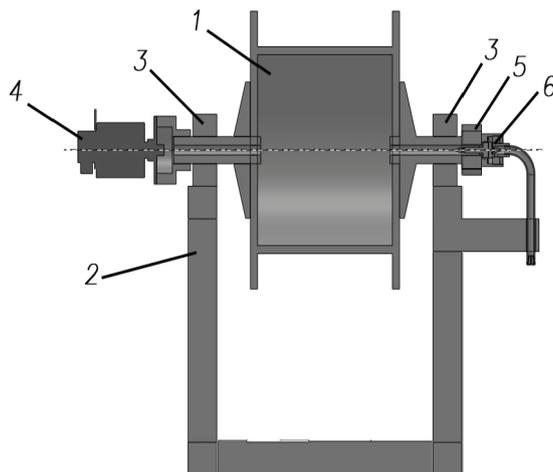


Рис. 1. Исходная компоновка для проектирования лебедки:

1 – полый металлический кабельный барабан; 2 – рама; 3 – подшипниковые опоры; 4 – электрический токосъемник; 5 – приводное зубчатое колесо; 6 – оптико-волоконный вращающийся переход

Основные установки концепции проектирования лебедки для ИТП (на 2008 год):

– транспортируется к месту погрузки на НИС на легком грузовом автомобиле;

– снабжена электроприводом однофазной сети с частотным приводом, редуктором и механической передачей;

– на барабане штатно закреплен и намотан оптико-волоконный кабель-трос с большим запасом по разрывному усилию (чтобы не повредить при перегрузке оптическое волокно). Механические характеристики кабеля должны соответствовать [1];

– кабель-трос содержит как оптико-волоконные (2 шт.), так и электрические линии. Электрические линии – это электропитание для погружаемого устройства (здесь и далее – ПУ) и витая пара для передачи гидрофизической информации (кроме того, предполагалось, что такая линия связи более надежная, чем оптическое волокно). Диаметр кабеля 9,4 мм (ООО «ПсковГеокабель»);

– рабочая длина троса приблизительно 350 метров (работа в верхнем деятельном слое океана, где сосредоточена основная масса исследуемых процессов, в особенности связанных с планктоном);

– электрический токосъемник на несколько линий, надежно защищен внешним кожухом;

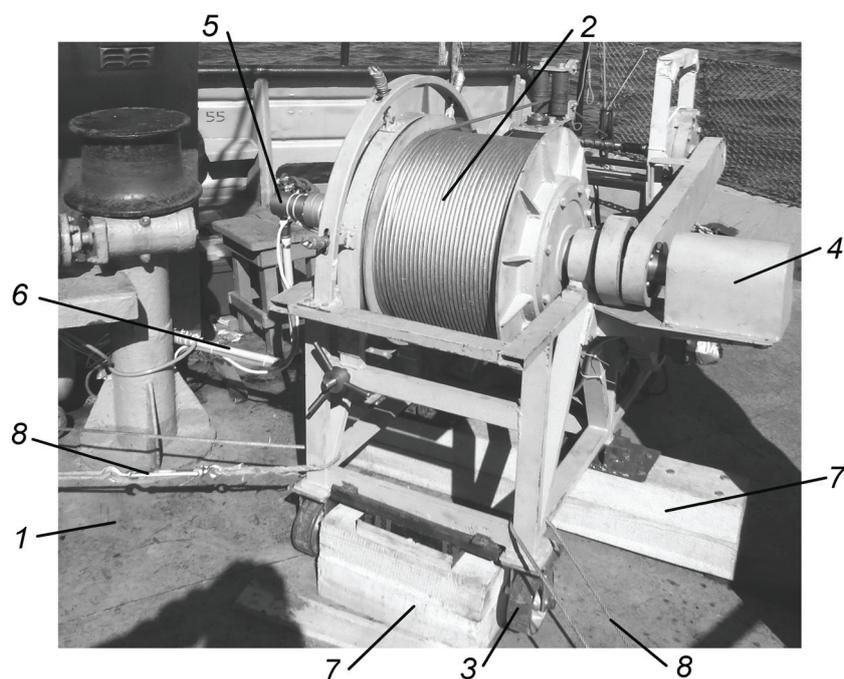
– дополнительный храповой механизм-защелка для постановки барабана на упор на нужном горизонте.

Экспериментальный образец лебедки был изготовлен отечественным производителем нефтегазового оборудования по техническому заданию Лаборатории Методологии и технических средств океанологических исследований ИО РАН. Здесь не приводятся инженерные подробности и ноу-хау, заложенные в конструкцию экспериментального образца.

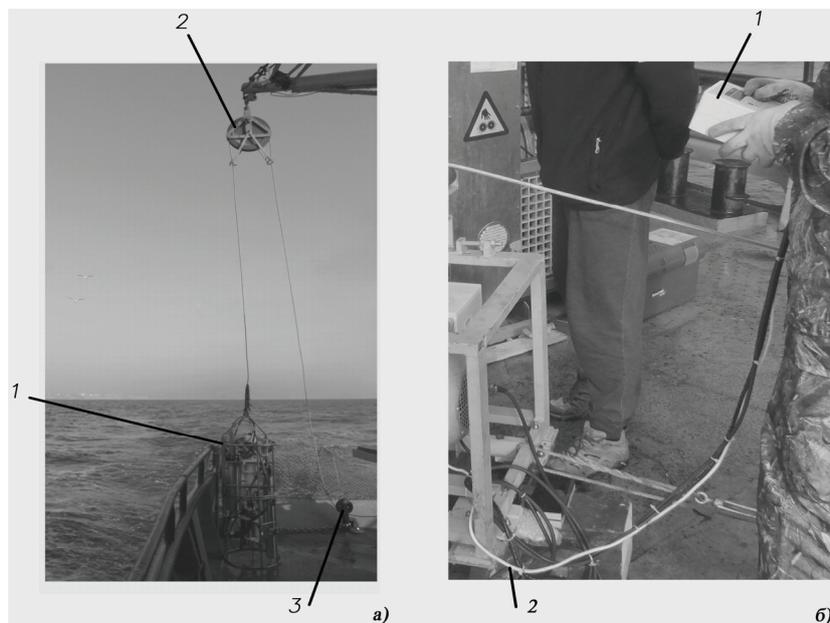
Внешний вид экспериментального образца лебедки, установленной на палубе НИС, показан на рис. 2.

Лебедку переносили из кузова автомобиля краном на палубу 1, далее выкатывали в нужное положение на ее собственных транспортных колесах 3. Выбрав место установки, ручным домкратом поднимали на опорные брусья 7 и закрепляли тросовыми расчалками 8 за силовые металлические элементы судна. Проводили и закрепляли оптико-волоконную и электрическую линии от вращающегося перехода 4 и токосъемника 5 в кабельном канале 6.

На рис. 3 а показана работа с кабель-тросом. Погружаемое устройство 1 опускается на кабель-тросе, пропущенном через основной 2 и вспомогательный 3 канифас-блоки. На рис. 3 б показан пульт управления лебедкой 1 с кабелем 2.



*Рис. 2. Экспериментальный образец лебедки на палубе НИС «Денеб»:  
1 – металлическая палуба; 2 – барабан с кабель-тросом; 3 – колеса для небольших перемещений лебедки в процессе погрузки и установки; 4 – защитный корпус опτικο-волоконного вращающегося перехода; 5 – защитный корпус электрического токосъемника; 6 – кабельный канал в судовую лабораторию; 7 – опорные брусья; 8 – тросовые расчалки*



*Рис. 3. Работа с кабель-тросом:  
а: 1 – зондирующее погружаемое устройство; 2 – основной канифас-блок; 3 – вспомогательный канифас-блок;  
б: 1 – пульт управления лебедкой; 2 – кабель связи с пультом*

### Результаты исследования и их обсуждение

Было выполнено 20 зондирований в точках станций в акватории Азовского и Черного морей. Испытания непосредственно лебедки проводились оператором лебедки, оператором измерений и помощником.

Оператор лебедки осуществил пробные спуски и подъемы, без опускания погружаемого устройства в воду. Затем выполнено измерение статического тягового усилия лебедки механическим динамометром (максимальная допустимая нагрузка 2 т). Далее выполнены пробные зондирования на глубину 20, 40, 100, 150, 200, 250, 300 и 330 м. Дополнительные сведения об измерениях в этом рейсе можно получить в [6]. Были получены следующие натурные данные:

- скорость спуска/подъема 0–45 м/мин;
- максимальное тяговое усилие (на макс. диаметре барабана 380 мм) 340 кг;
- электропотребление лебедки 2.3 кВт (220 В, 50 Гц).

Исследователи сформулировали следующие пожелания и замечания:

- желателен дополнительный быстродействующий тормоз барабана;
- необходима длина кабеля пульта управления не менее 10 метров;
- оператору лебедки желательно иметь информацию о выданной длине кабель-троса, глубине погружения и эхолотной глубине под судном (возможно, из судовой информационной сети);
- использование не самых подходящих канифас-блоков, разных диаметров и конструкций, из имеющихся на борту НИС.

### Выводы

Сформулируем требования, которые важно отразить в техническом задании на проектирование новой модификации комплекта исследовательской судовой лебедки:

- общая масса 450 кг, не более;
- тяговое усилие (на макс. диаметре барабана) 350 кг, не менее;
- электропривод однофазный, частотный, механическая или электрогидравлическая передача;
- на барабане штатно размещен оптиковолоконный кабель-трос с запасом по разрывному усилию;
- кабель-трос содержит оптиковолоконные одномодовые (2 шт.) и электрическую линии. Электрическая линия используется для электропитания погружаемого устройства. Диаметр кабеля 6,3 мм (ООО «ПсковГеокабель»);
- рабочая длина троса 600 м, не менее;
- многослойная антикоррозионная защита элементов конструкции лебедки, за-

щита электрических блоков по IP68 в соответствии с [2];

- многоканальный электрический токосъемник в защитном герметичном кожухе;
- оптиковолоконный вращающийся переход в защитном герметичном кожухе;
- начальный диаметр барабана 350 мм
- распайка волокон и электрических линий кабель-троса внутри барабана, доступ через герметичную крышку;
- тормоз барабана с винтовым ручным приводом;
- храповой механизм-защелка для остановки барабана на упор на нужном горизонте;
- дополнительный быстродействующий тормоз для оперативной плавной остановки барабана;
- длина кабеля пульта управления 10 м, не менее;
- защита пульта IP68, гальваноразвязка;
- экран оператора с индикацией: глубины погружения и эхолотная, длина вытравленного кабель-троса;
- информационно-управляющая система лебедки должна иметь возможность подключения к информационной сети, создаваемой на судне для обеспечения экспедиционных измерений (Ethernet, RS485 и т.п.);
- канифас-блоки: диаметр по ручью (6,3 – 10 мм) 400 мм; количество – 3 шт.

Данные требования могут быть использованы при выдаче технического задания на проектирование исследовательской электрической лебедки для выполнения работ с современными океанологическими информационно-измерительными комплексами.

### Список литературы

1. ГОСТ 31944–2012. Кабели грузонесущие геофизические бронированные. Общие технические условия. – Введ. 2014.01.01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.
2. ГОСТ 14254–2015 (IEC 60529:2013). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP). – Введ. 2017.03.01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 33 с.
3. Баранов В.И., Зинченко А.Б., Зацепин А.Г., Кулев С.Б., Очеретник В.В. Подводная стационарная система сканирования толщи воды // Материалы XV Всероссийской научно-технической конференции «МСОИ-2017»: в 2 т.: сб. ст. / Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН – М.: АПР, 2017. Т.1: Материалы конференции МСОИ-2017, 2017. – С.126–129.
4. Александров М.П., Колобов Л.Н., Лобов Н.А. и др. Грузоподъемные машины, 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. – 400 с.: ил.
5. Левашов Д.Е. Техника экспедиционных исследований: Инструментальные методы и технические средства оценки промыслово-значимых факторов среды. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 400 с.
6. Смирнов Г.В., Матишов Г.Г. Оленин А.Л., Аистов Е.А., Григоренко К.С., Степаньян О.В. Морские испытания многоканальной измерительно-технологической платформы // Вестник южного научного центра. – 2014. – Т. 10, № 3. – С. 54–60.
7. Патент РФ № 2551670. Зонд гидролого-оптико-химический / Смирнов Г.В., Оленин А.Л.; заявл. 19.08.2013; опубл. 27.05.2105, Бюл. № 15.

УДК 551.46.077

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ПРИВЯЗКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Римский-Корсаков Н.А.**

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: nrk@ocean.ru*

Одним из основных результатов подводных исследований поверхности дна, природных и техногенных объектов инструментальными методами с использованием подводных аппаратов и гидролокационных приборов является информация о местоположении объектов, их элементов и границ распространения. В этой связи значение надежного навигационного обеспечения весьма велико при проведении исследований подводных потенциально опасных объектов, гидротехнических сооружений, подводных кабелей и продуктопроводов. Гидролокация и эхолотный промер в сочетании с буксируемыми обитаемыми аппаратами (БНПА) является начальным и первым этапом исследований, по результатам которого планируется и осуществляется применение геологических средств и других аппаратурных комплексов, таких как: разнообразные отборники проб грунта и воды, гидрофизические зонды, обитаемые и телеуправляемые подводные аппараты, водолазные и иные специальные подводно-технические средства. В области подводных навигационных технологий в последние годы наметились большие перспективы в обеспечении точности и надежности определения координат места. Возникает возможность комплексного применения гидроакустических систем с длинной, короткой и ультракороткой базами, что позволяет гибко учитывать преимущества каждой из них в интегральных системах, включающих космические системы GPS и ГЛОНАСС.

**Ключевые слова:** подводные исследования, навигационные системы, гидролокационные приборы, подводные объекты, гидроакустические антенны, буксируемые подводные аппараты

## THE SPATIAL REFERENCE OF THE RESULTS OF UNDERWATER RESEARCH

**Rimsky-Korsakov N.A.**

*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: nrk@ocean.ru*

One of the main results of underwater investigation of the bottom surface, natural and man-made objects by instrumental methods using underwater vehicles and sonar devices is information about the location of objects, their elements and distribution boundaries. In this regard, the importance of reliable navigation supply is significant while researching subsea facilities, the bottom of the water areas, and also for remote sonar monitoring of underwater potentially hazardous objects, power station dams, submarine cables and product pipelines. Echosounding and sonar measurements in combination with towed vehicles are, as a rule, the initial and first stage of research, according to which results the research using geological tools and other instrumentation systems such as: a variety of soil and water samplers, hydrophysical probes, manned submersibles and remote operated (ROV) vehicles, diving and other special underwater technical facilities are planned and implemented. In the field of underwater navigation technologies in recent years there have been great prospects in ensuring the accuracy and reliability of locating coordinates. There is the possibility of a complex application of sonar systems with a long, a short and an ultrashort baseline, which allows one to flexibly take into account the advantages of each of them in integrated systems including the GPS and GLONASS satellite and autonomous inertial navigation systems.

**Keywords:** underwater research, navigation systems, sonar devices, underwater objects, hydroacoustic antenna, towed underwater vehicles

Навигационное обеспечение работ должно обеспечивать пространственную привязку измеряемых параметров получаемой информации. Для гидролокационных средств это означает, что каждая точка маршрута, на котором производилось измерение глубины, мощности осадочных отложений, либо лоцировались объекты, должна быть привязана к географической или местной системе координат. Под точкой, координаты которой должны измеряться, понимается место нахождения гидроакустической антенны прибора, которая производит излучение акустических зондирующих импульсов, а также прием и преобразование эхо-сигналов.

Для определения географических координат судов и прочих плавсредств, ведущих обследование подводных объектов и дна

акваторий с помощью гидролокационных средств, в настоящее время используются спутниковые (космические) радионавигационные системы (СРНС или КНС). Для определения местоположения антенн приборов, расположенных на подводных носителях, используются гидроакустические навигационные системы (ГАНС). В случае, когда необходима привязка места подводных носителей к географическим координатам, используется комбинация ГАНС и КНС. Применение этих систем позволяет полностью автоматизировать процесс сбора информации о местоположении плавсредства или гидролокационного прибора и синхронизировать его с процессом сбора гидролокационной информации.

Для определения местоположения подводных буксируемых носителей относительно

судна-буксировщика в ряде случаев используются теоретические модели конфигурации буксирной линии [2]. Для применения этих моделей необходимо знание характеристик обтекаемости и параметров состояния коренного и буксирного концов буксирного кабель-троса. К этим параметрам относятся: сила натяжения кабель-троса, длина вытравленного кабель-троса, углы схода кабель-троса с буксирного рола в двух плоскостях, курсовой угол и скорость движения судна, масса буксируемого носителя, а при высоких скоростях буксировки – его гидродинамические характеристики. Очевидно, что для реализации такой системы определения положения буксируемого носителя необходима сложная система сбора информации с множеством датчиков, методиками и программами их тарировки. В ряде случаев, особенно для коротких буксирных линий (шельф, мелководье) и небольших требуемых точностях определений, применимы упрощенные модели или простые соотношения для расчета местоположения подводного носителя.

При отсутствии космических и гидроакустических средств навигационного обеспечения работ с буксируемыми аппаратами и гидролокационными приборами используются традиционные средства и методы координирования: а) засечки радиолокатором опорной цели (буя); б) радионавигационные системы; в) пара теодолитов; г) квантовый теодолит-дальномер; д) временные засечки при проходе створов; е) координирование подводного носителя по данным о конфигурации буксирной линии. Как правило, использование этих методов связано с такими условиями проведения исследований, при которых использование КНС невозможно (например, отсутствие открытого неба).

Проводка судна по заданной сетке галсов и определение его местоположения в ходе гидролокационной съемки с помощью судового радиолокатора широко использовалась во времена отсутствия КНС. На акватории устанавливался заякоренный буй с уголкового отражателем. Для определения географических координат буя судно обеспечения некоторое время (иногда более суток) дрейфовало в непосредственной близости от буя и производились определения его местоположения с помощью астрономических методов и появившихся в то время первых низкоточных космических систем. Полученные данные усреднялись, и среднее значение координат принималось за значение географических координат точки нахождения буя. В отдельных случаях на полигонах выставлялось до 10 буюв. Для определения местоположения судна в ходе работ с помощью

судового радиолокатора и компаса определялся пеленг на буй и расстояние до него. По известным координатам буя, расстояния и пеленгу рассчитывались координаты местоположения судна.

Локальные радионавигационные системы используются вблизи берега и включают два и более приемоответчиков, судовую аппаратуру запроса и приема сигналов ответа. Приемоответчики устанавливаются на берегу. Место их установки привязывается геодезическими методами к географическим координатам. В ходе работ судовой запросчик излучает в эфир радиосигнал запроса, в ответ на который береговые приемоответчики излучают сигналы ответа, каждый своим кодом. Судовой приемник принимает сигналы ответа береговых приемоответчиков, распределяет их по каналам и по времени распространения сигналов от судна до береговых приемоответчиков и рассчитывает дистанцию от судна до каждого из приемоответчиков. На основании знания координат каждого из приемоответчиков и их дистанций до судна рассчитываются координаты местоположения судна. Такие системы наряду с высокой точностью имели и высокую стоимость, поэтому нашли применение только для оборудования стационарных полигонов и сложных фарватеров.

Высокая точность определения местоположения плавсредства вблизи берега может быть обеспечена использованием пары теодолитов, установленных на известной базе, привязанной к геодезическим реперам, либо к местной системе координат. В момент обсервации оператор с судна дает команду теодолитным постам на проведение измерений. Команда подается по радио, либо путем отправки сигнальным флагом. При подаче команды оператор фиксирует время и номер точки обсервации. Геодезисты на теодолитных постах по команде с судна производят измерение углов пеленга на судно относительно базы теодолитных постов и фиксируют их в журнале с номером измерения. После окончания работ данные измерения углов совмещаются по номерам измерений и времени. Для каждого измерения по двум углам и базе рассчитываются координаты судна, привязанные ко времени.

Более производительным и удобным, но менее точным, является способ измерения координат плавсредства с помощью квантового теодолита-дальномера. Дальномер этого теодолита работает на принципе локации объекта импульсным лазером. Импульс лазерного излучения распространяется до визируемого теодолитом объекта (любого плавсредства, включая корабль),

отражается от него в обратном направлении и принимается специальным фотоэлементом. По времени распространения импульса лазерного излучения определяется расстояние до плавсредства, а с помощью теодолитной системы измеряется угол визирования судна относительно выбранного направления. Расстояние и угол вместе со временем фиксируются в журнале наблюдений оператором. По известным координатам места установки теодолита-дальномера, углу пеленга судна и расстояния до него рассчитывается местоположение судна на маршруте в привязке ко времени.

Существуют другие решения, дополняющие теодолит каналом измерения дальности до объекта, например радиоустройством «запрос-ответ». При проведении съемок с требуемыми точностями (<1 м) с помощью гидролокационной аппаратуры теодолит-дальномер становится конкурентоспособным по сравнению с субметровыми DGPS системами.

При съемках вдоль фарватера судоходных рек, а также при съемках вдоль протяженных инженерных сооружений, имеющих инженерную разметку, иногда используется способ навигационного обеспечения путем засечки времени прохода береговых реперов, находящихся на траверсе движения судна.

В настоящее время область навигационного обеспечения гидролокационных исследований полностью монополизирована космическими системами GPS/DGPS и ГЛОНАСС. Только в области локальных точных инженерных исследований с ними могут конкурировать теодолиты-дальномеры.

Для определения местоположения подводных объектов, технических средств и аппаратов в основном используются гидроакустические навигационные системы (ГАНС). Долговременные полигоны оборудуются ГАНС с длинной базой. При работах на протяженных маршрутах, связанных с геологическими изысканиями на маршрутах планируемой прокладки подводных трубопроводов и кабелей, используются ГАНС с ультракороткой базой (УКБ). Эти системы не требуют установки и привязки к географическим координатам донных маяков-ответчиков. В ряде работ [2, 3] теоретически обосновывается возможность определения местоположения буксируемых ПА относительно судна-буксировщика расчетным путем, исходя из параметров состояния буксирной линии, положения судна-буксировщика и общих параметров процесса буксировки. Такой способ удобен при работах с неспециализированных судов [1]. Недостатком этого способа является не столь высокая точность, какую, к примеру, обеспе-

чивают ГАНС, однако практика показывает, что подавляющее число работ по обследованию дна с помощью ГБО, в том числе поисковых, за исключением детальных батиметрических промеров, не требуют большой точности, обеспечиваемой лишь ГАНС с длинной базой. Применение рассматриваемой методики при обследовании затонувшей АПЛ «Комсомолец» (глубина 1500 м) летом 1991 года с помощью глубоководного буксируемого аппарата (ГБА) «Звук-Л» с борта НИС «Мстислав Келдыш» позволило со второй попытки вывести ГБА на объект в пределах дальности 50 м [4].

Разработанная методика представляет собой достаточно простой способ определения местоположения буксируемого подводного аппарата (ПА) расчетным путем, исходя из параметров состояния буксирного кабель-троса. Основным предположением расчета является то, что ПА и судно перемещаются по параллельным траекториям, что справедливо для случая равномерного устойчивого движения системы «ПА + судно» на прямолинейных галсах. Для расчета используются данные, получаемые с помощью штатных устройств ПА, судна и специализированных устройств, предназначенных для определения параметров состояния кабель-троса. С помощью судовых устройств (компас, гироскопас и GPS) определяется курсовой угол (ориентация) корабля (Фкк), по серии обсерваций – значение угла путевого курса (Фпк). С помощью глубомера определяется глубина (Н) погружения буксируемого ПА. При незначительных перепадах глубин в районе работ Н может определяться, исходя из данных батиметрии района и расстояния ПА от грунта. При буксировках ПА вблизи дна, когда расстояние аппарата до дна существенно меньше глубины места, можно считать Н равной глубине места. К измеряемым параметрам состояния корабельной буксирной линии (рис. 1) относятся её длина L и угол её схода с буксирного рола в горизонтальной плоскости – Фкб. Длина L определяется по показанию датчика вытравленного троса буксирной лебедки. При работах на небольших глубинах с небольшими длинами буксирной линии можно использовать кабель-трос, размеченный по длине марками. Измерение Фкб представляет собой наибольшую сложность. При отсутствии специальных датчиков, величина Фкб может оцениваться визуально с использованием угломерных устройств типа астролябии или теодолита. Важно, что измерение перечисленных параметров при установившемся движении системы «ПА + судно» требуется производить не более 2–3 раз на одном галсе, что в свою

очередь не требует обязательной автоматизации измерений.

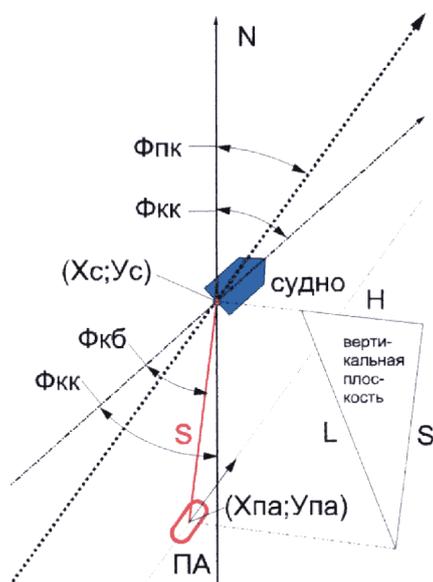


Схема для упрощенного расчета местоположения подводного буксируемого аппарата относительно судна по параметрам состояния буксирного кабель-троса

Местоположение ПА ( $X_{па}$ ;  $У_{па}$ ) определяется на основе данных о местоположении судна буксировщика ( $X_{с}$ ;  $У_{с}$ ) с введением поправки. Поправка (см. рис. 1) содержит две составляющие:  $S$  – проекция буксирной линии на горизонтальную плоскость, величина которой рассчитывается по формуле

$$S = \sqrt{L^2 - H^2} \quad (1)$$

и ( $\Phi_{кк} - \Phi_{кб}$ ) – угол между курсовым углом корабля, направленным на север, и отрезком  $S$ . При этом угол  $\Phi_{кб}$ , отсчитываемый от продольной оси судна в сторону правого борта, имеет знак «минус», а в сторону левого борта – знак «плюс». Выражения для расчета искомых координат ПА будут иметь вид:

$$X_{па} = X_{с} - S \sin(\Phi_{кк} - \Phi_{кб}) \quad (2)$$

$$У_{па} = У_{с} - S \cos(\Phi_{кк} - \Phi_{кб}) \quad (3)$$

При геолого-геоморфологических исследованиях рельефа, включая картирование границ природных объектов, поиск крупных затонувших объектов (судов, самолетов) и, следовательно, при возможных скоростях буксировки (более 5 узлов)

на шельфе и мелководье, если не требуется существенное заглубление носителя антенн ГБО, можно принять:  $S = L$ ,  $\Phi_{кб} = 0$ ,  $\Phi_{кк} = \Phi_{пк}$ . Тогда выражения (2 и 3) примут вид:

$$X_{па} = X_{с} - L \sin(\Phi_{пк}); \quad (4)$$

$$У_{па} = У_{с} - L \cos(\Phi_{пк}). \quad (5)$$

Процесс автоматизированного введения поправки в соответствии с этими выражениями очевиден.  $L$  есть величина, которая в принятых упрощающих условиях неизменна, а  $\Phi_{пк}$  рассчитывается по координатам точек наблюдений, поступающих, как правило, в цифровом виде от приемника GPS (DGPS).

Предложенный способ и полученные уравнения легко могут быть использованы в среде навигационных программных продуктов реального времени и постобработки гидролокационной информации для локализации местоположения подводных объектов. Таким образом, среди традиционных средств координирования плавсредств и подводных носителей можно использовать координирование подводного носителя по данным о конфигурации буксирной линии.

При измерении глубины места, а также глубин залегания отражающих границ слоев грунта с помощью эхолотов, батиметрических гидролокаторов и акустических профилографов встает задача привязки этих измерений в вертикальной плоскости. Проще говоря, выбор точки отсчета глубин. Кроме того, при измерении глубин следует учитывать изменение уровня воды в водоемах в течение проведения промерных работ. Эти изменения связаны с приливно-отливными процессами, нагонными явлениями и регулируемым стоком в бассейнах рек.

В системе внутренних водоемов России за ноль отсчета высот зеркала воды принят ноль Кронштадтского футштока, а система измерений высот называется Балтийской. На большинстве судоходных водоемов имеются водомерные посты, проводящие круглогодичные измерения уровня зеркала воды в Балтийской системе. На реках всегда известен наклон уровня зеркала воды между водомерными постами, и измерения уровня пересчитываются в любую точку участка. При проведении инженерных исследований в морских прибрежных зонах при строительстве дамб, дюкеров, причальных и других сооружений также используется Балтийская система.

В открытом море при исследовании рельефа основной задачей является учет изменения уровня поверхности воды в процессе промера. Такая же задача возникает при промерных работах на всех водоемах,

где возможны короткопериодные колебания уровня зеркала воды. При работах вблизи берега для измерений колебаний уровня воды устраиваются временные водомерные посты. Условно водомерный пост представляет собой размеченную в сантиметрах по вертикали рейку, забитую в дно. Инженерные сооружения часто оборудуются водомерными рейками. Такие рейки устанавливаются на опорах мостов, головках пирсов и причальных стенках. Значения уровня (абсолютные или относительные) вписываются в журнал наблюдений и используются для коррекции результатов промера. В открытом море для измерения колебаний уровня применяются автономные устройства, представляющие собой датчик давления, показания которого преобразуются в цифровой код и записываются во флэш-память. Такое устройство, называемое цифровым мареографом, устанавливается в районе работ на дне (при глубинах до 10–20 м) либо на притопленном бую (при значительной глубине места) и ведет непрерывную запись величины гидростатического давления. После окончания работ мареограф поднимается и накопленные им данные считываются в ПЭВМ. По этим данным рассчитывается и строится кривая колебания уровня поверхности моря за время работ. Эти данные далее используются для приведения данных промера глубин к единому горизонту отсчета.

Кроме учета колебаний уровня поверхности воды в водоеме, при исследовании рельефа необходимо учитывать заглубление антенны гидролокационного прибора. В случае жесткого крепления антенны к борту плавсредства это не представляет труда и реализуется путем разметки крепежной штанги антенны. При буксировке антенн измерение глубины их носителя осуществляется двумя основными способами: а) путем установки на буксируемый носитель датчика гидростатического давления, показания которого передаются в судовую часть гидролокационной аппаратуры по кабель-тросу и там отображаются, регистрируются и накапливаются, а далее используются при обработке данных промера; б) путем установки на носителя дополнительной антенны эхолота, характеристика которой развернута вверх. Информация, поступающая от такого вверх направ-

ленного эхолота, регистрируется также как и информация, поступающая от обыкновенного эхолота. Часто функцию такого эхолота может выполнять ГБО, боковой лепесток антенны которого направлен вверх. Выбор того или иного способа зависит от точностных требований к проведению работ. Использование первого способа дает большую точность.

### Заключение

Космические навигационные системы являются основными средствами определения местоположения надводных плавсредств и реперов, обеспечивающих исследования дна акваторий и подводных объектов гидролокационными методами. Местоположение подводных аппаратов-носителей гидролокационной аппаратуры достаточно точно определяется с помощью гидроакустических навигационных систем. В отсутствие этих двух систем расчет местоположения подводных аппаратов и носителей гидролокационных средств может вестись традиционными методами, а также методом моделирования конфигурации буксирной линии.

Представленные методы координатно-временной привязки результатов исследования дна акваторий и подводных объектов позволяют вести расчет координат любой точки на дне акватории по соответствующему гидролокационному изображению и навигационным данным в географической или относительной системе координат.

### Список литературы

1. Войтов Д.В. Телеуправляемые обитаемые подводные аппараты. – М.: Моркнига, 2012. – 506 с.
2. Гладкова О.И., Вельтишев В.В., Егоров С.Г. Математическая модель прямолинейного и поворотного движения телеуправляемого обитаемого подводного аппарата с гибридным движительным комплексом // Современные методы и средства океанологических исследований: матер. XV Всерос. научно-технической конференции. – М., 2017. – Т. 2. – С. 247–250.
3. Зарецкий А.В. Усовершенствование пакета прикладных программ «Подводная механика» в части расчета статки тросовых систем // Современные методы и средства океанологических исследований: матер. XV Всерос. научно-технической конференции. – М., 2017. – Т. 2. – С. 267–270.
4. Римский-Корсаков Н.А. Создание и эксплуатация подводных аппаратов и других технических средств для океанологических исследований // Подводные технологии и средства освоения Мирового океана. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2011. – С. 46–63.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ РАЗВЕРТОК ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ И НАПРАВЛЕНИЕ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ КОРРЕКТИРОВКИ ФИГУРЫ ЧЕЛОВЕКА

Шалмина И.И., Копылович А.Ю.

*Омский государственный технический университет,  
e-mail: i.shalmina@gmail.com, nastyshka666@mail.ru*

Проведен анализ задач конструирования и проектирования одежды; материала, способного корректировать силуэт и фигуру человека, и его влияние на здоровье и комфорт. Учитывались следующие характеристики построения разверток деталей одежды: условная развертка, повторяющая контуры тела человека, развертываемая поверхность, не подверженная различным изменениям и разрывам. При изготовлении модели, рассчитанной на коррекцию фигуры, учитываются свойства материала и их влияние на зоны тела по степеням коррекции. Одежда слабой коррекции в большинстве случаев является повседневным видом одежды, средней коррекции используется, как правило, в бытовой и специальной медицинской одежде, сильной коррекции может создавать проблемы, связанные с функционированием внутренних органов человека, а синтетический материал может вызвать различные кожные заболевания.

**Ключевые слова:** развертываемая поверхность, коррекция, крой, материал, членение одежды

## CLASSIFICATION OF APPROACHED METHODS OF CONSTRUCTING THE TIME- VERSE OF CLOTHING DETAILS AND DIRECTION OF THEIR IMPROVEMENT WITH THE PURPOSE OF THE ADJUSTMENT OF THE FIGURE OF THE HUMAN

Shalmina I.I., Kopylovich A.Y.

*Omsk State Technical University, e-mail: i.shalmina@gmail.com, nastyshka666@mail.ru*

The analysis of the tasks of designing and designing clothes; material, capable of adjusting the silhouette and figure of a person and his influence on health and comfort. The following characteristics of designing the details of clothing were taken into account: a conventional scan, repeating the contours of the human body, unfolding surface, not subject to various changes and tears. When manufacturing a model designed to correct a figure, the properties of the material and their effect on the body zones are taken into account in the degrees of correction. Clothing of weak correction, in most cases, is a daily type of clothing, medium correction is used, usually in household and special medical clothes, a strong correction can create problems related to the functioning of the human internal organs, and synthetic material can cause various skin diseases.

**Keywords:** deployable surface, correction, cutting, material, division of clothes

При проектировании одежды массового производства за основу берут, как правило, следующие параметры:

- особенности фигуры и телосложения;
- форму и конфигурацию одежды;
- стандартном покрое и возможность его членения на множество деталей;
- технологические манипуляции деталей, для придания им объемных форм.

Сама одежда в целом, как и отдельные ее составляющие (детали), создают в итоге стереоскопическую, объемную поверхность. Детали одежды выкраиваются из ткани, трикотажных полотен и нетканых материалов, что визуально является плоским материалом. Поэтому основная задача конструирования одежды состоит в том, чтобы получить из плоского материала оболочку тел трехмерных форм и решение обратной задачи, т. е. получение плоской формы деталей из исходной объемной одежды. Развертка поверхности является геометрической фигурой, которую получа-

ют в результате совмещения поверхности с плоскостью. Пространственные поверхности делятся на развертываемые и неразвертываемые. Развертываемые поверхности представляют собой такие поверхности, которые могут быть размещены на плоскости, не претерпевая при этом изменений (разрывов, складок). При разложении развертываемых поверхностей кривые линии имеют свойство сохранять свой угол, который образуется какими-либо линиями на поверхности, и свою длину, прямые линии остаются без изменений. Площадь объемной поверхности при разложении на плоскость сохраняет свою величину [1].

Неразвертываемые поверхности не совмещаются с плоскостью без избегания склеивания и разрывов. Данные развертки являются условными. При создании и разработке развертки поверхность расценивается как оболочка из легко деформируемой, растяжимой пленки, которая изменяется при соединении с плоскостью и разделяется с помощью использования выточек, подрезов

и швов, а не как твердое тело. При этом части заданной поверхности аппроксимируются условно развертывающимися поверхностями (цилиндрическими, коническими).

Поверхность тела человека является неразвёртываемой, сложной поверхностью. Вследствие этого есть возможность получить только условную развертку одежды, которая повторяет контуры человеческого тела. Такую развертку получают с помощью вышеуказанных методов, для которых в конструировании одежды используют инженерные способы.

В практическом использовании материал имеет свойство обладать одевающей способностью, благодаря которой границы между развертывающимися и неразвертывающимися поверхностями смягчаются [1, 2].

Все новейшие модели создаются из высококачественных натуральных и синтетических материалов. Эти изделия рассчитаны на коррекцию фигуры со строго определенными параметрами – они не должны нигде давить или стягивать, а быть максимально удобными. Современные производители предлагают 3 степени коррекции [3]:

1. Слабая коррекция фигуры предназначена для женщин, которым необходимо минимальное эстетическое изменение размеров тела, чаще всего на определенных участках (например, на животе и бедрах). Именно для них создаются элементы одежды и кроя, которые способны перераспределять давление на проблемные зоны фигуры и утягивать такие участки, как живот и ягодицы. Этот вид коррекции может быть использован специалистами для большинства видов повседневной одежды.

2. Средняя коррекция. Это нечто среднее между просто утягивающими моделями и жесткими корсетными конструкциями. Корректирующие способности данной степени коррекции достигаются благодаря использованию материалов различных плотностей, обеспечивающих неоднородное давление на определенные проблемные зоны. Корсеты и утягивающие элементы одежды, которые визуально делают фигуру выигрышной, работают на основе того, что уменьшают объем поверхности тела, уравновешивают давление и тем самым плотно облегают тело, создавая дополнительное давление на внутренние органы и кости таза, позвоночника. Они обеспечивают сосредоточенное действие на жировые отложения, не позволяя им перемещаться в область спины. Технологический замысел корсета предполагает высокое расположение талии. Вследствие этого корсетные изделия делают талию женщины более изящной, создают безупречную линию фигуры. Эта коррек-

ция может относиться как к бытовой, так и к корректирующей медицинской одежде.

3. Сильная коррекция. Одежда с такой коррекцией предназначена женщинам с серьезными недостатками фигуры. В изделиях применяются жесткие корсетные вставки, которые поддерживают спину в прямом положении и подтягивают проблемные зоны. После покупки данных моделей одежды (особенно моделей сильной коррекции медицинского назначения), первое время их нельзя носить постоянно. Некоторое время тело человека начинает привыкать к новым стесненным условиям существования, поэтому первые несколько дней изделие необходимо носить ограниченное количество времени. После адаптирования тела к новым условиям моделирующие изделия можно носить постоянно. Но существуют и исключения, а именно те модели, которые не рекомендуется использовать дольше 2–3 часов, чтобы не навредить организму.

Одежда сильной коррекции может создавать проблемы, связанные с функционированием внутренних органов. К ним относятся:

- болезни почек;
- повреждение органов пищеварения;
- раннее старение кожи из-за нехватки кислорода.

Данный вид коррекции характерен для изделий медицинского назначения. Разновидностью данного вида изделий является компрессионный трикотаж, который, несмотря на сильную коррекцию, оказывает благоприятное действие на организм человека [4]. При разработке оздоровительно-корректирующей одежды соединились принципы физиологии (теория медицины об энергетических каналах и точках акупунктуры), механики человеческого тела и современные текстильные технологии. Изделия идеализируют фигуру, плотно облекая тело, но не сдавливают его и не вызывают дискомфорта. Хорошо пропускают воздух – зимой в них тепло, а летом прохладно. Стереометрический крой таких моделей обеспечивает правильное перераспределение давления по телу, его усиление и ослабление в различных частях тела. Такой способ позволяет перемещать жир, фиксировать его в необходимых местах и управлять его ростом.

Компрессионный трикотаж является одним из основных компонентов в комплексе терапевтического лечения и профилактики различных заболеваний сосудистой системы человека – вен и лимфатических сосудов. Компрессионные изделия помогают справиться с отёчностью, избежать усталости и болей в мышцах, скрывают выступающие вены, уменьшают другие симптомы

заболеваний и помогают предотвратить рецидивы заболевания сосудистой системы человека. Изготавливают компрессионные трикотажные изделия из эластичных хлопковых и нейлоновых волокон, микрофибры и лайкры. Поэтому они имеют такой же эстетичный вид, как и обычная одежда повседневного назначения. В изделиях отсутствуют швы, и они, ко всему прочему, гипоаллергенны и приятно ощущаются на теле человека, пропускают воздух.

Комплексный состав ткани и ее компрессионные свойства создаются и распределяются благодаря специальной обработке одежды с использованием новейших компьютерных технологий. Она совмещает в себе достоинства различных видов материала. Волокна содержат вещества натурального шелка, поэтому ткань гладкая, как шелк, хорошо взаимодействует с кожным покровом и не провоцирует аллергических реакций и раздражения. В составе материала имеются растительные волокна, которые имеют хорошую гигроскопичность и воздухопроницаемость. Ткань, из которой изготовлены корректирующие изделия, содержит космическое волокно – очень мягкое, эластичное и устойчивое к растяжению. В ее составе присутствуют материалы, имеющие свойства длинноволнового инфракрасного излучения, воздействие которого «сжигает» избыток подкожного жира, стимулирует метаболизм, улучшает гемодинамику кожи. Компрессионный трикотаж проходит обработку специальными растворами. Это позволяет очистить ткань от веществ, наносящих ущерб человеческому организму. Также при изготовлении ткани используются технологии шестигранного плетения, визуально похожего на форму пчелиных сот. И, как следствие, обладает свойством равномерной эластичности. Она устойчива к всевозможным усилиям, растяжению в различных направлениях и является прочной и износостойкой. При соблюдении соответствующих правил ухода за изделием данного назначения, его лечебные свойства сохраняются на протяжении 6 месяцев.

Все изделия оздоровительно-корректирующего назначения делятся на несколько типов в зависимости от проблем, которые они помогают решить:

- медицинские компрессионные изделия – лечение и профилактика заболеваний вен нижних конечностей;
- госпитальные и косметологические изделия – профилактика лёгочной эмболии, послеоперационная компрессионная терапия при косметологических операциях;
- профилактические изделия – профилактика заболеваний вен нижних конечностей

для здоровых людей и путешественников;

- лимфологические изделия – лечение лимфедемы и сопровождающих её отёков;
- трикотаж для лечения трофических язв.

Таким образом, для проектирования бытовой одежды различного назначения с корректирующими эффектами необходимо выбирать первую и вторую группу коррекции, причем вторую группу коррекции с большой осторожностью, чтобы не навредить здоровью. Третья группа коррекции предназначена в большинстве случаев для медицинского назначения. Помимо корректирующих свойств, некоторые изделия имеют еще и оздоровительное действие. В состав такого вида одежды входят материалы, состоящие из растительных белков и волокон активного кислорода. Излучая биоволны, которые помогают уничтожить вредные и болезнетворные клетки в организме, изделие благотворно влияет на тело человека. Еще одно из полезных свойств в корректирующей одежде то, что она обладает массажным эффектом. Это значительно улучшает кровообращение в «проблемных» зонах и состояние кожи, также способствует нормализации микроциркуляции и лимфотока, расщеплению и правильному распределению жиров.

При проектировании плотно прилегающих изделий особое внимание уделяется материалам, из которых сделана эта одежда.

Экономия на натуральных тканях и замена их более дешевым материалом таит в себе опасность для здоровья человека, особенно для людей, страдающих аллергией на искусственные и синтетические волокна. Поэтому проектирование ассортиментных групп изделий, непосредственно контактирующих с телом человека, требует тщательного подхода к гигиеническим показателям используемых материалов. Большое значение также имеет электризуемость ткани, проявляющаяся в ее способности создавать при трении заряды статического электричества, в результате чего могут возникнуть положительно или отрицательно заряженные частицы. Для человеческого организма не ощутимы положительные заряды, тогда как отрицательные, которые имеют свойство накапливаться в синтетических тканях, оказывают на человека неблагоприятное воздействие. Снижают электризуемость тканей различными антистатическими отделками.

При выборе одежды малого размера, плотно сидящей на теле, помимо эстетических требований (например, желание казаться изящнее, привлекательнее) есть опасность, как говорилось выше, нанести вред

здоровью, ухудшить свое самочувствие. Поэтому, такие изделия следует выбирать только для ношения в определенных условиях и на небольшой промежуток времени [5].

Таким образом, грамотный подход к проектированию одежды плотно прилегающего силуэта требует учета комплекса возможных воздействий таких изделий на человека, с целью избежать негативных воздействий на здоровье.

Необходимо исследовать и классифицировать данные о конструктивных особенностях кроя одежды для многообразных методов коррекции фигуры и их влияние на самочувствие и комфортность жизнедеятельности человека, а также разработать классификацию методов и приемов проектирования и изготовления разверток сложных поверхностей.

#### Список литературы

1. Шалмина И.И. Исследование вариантов рассеечения объемной оболочки для получения деталей плотно прилегающего швейного изделия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7–1. – С. 130–130.
2. Общие принципы построения разверток поверхностей [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.su/6\\_27985\\_obshchie-printsipi-postroeniya-razvertok-poverhnostey-primenitelno-k-konstruirovaniyu-odezhdi-razvertivaemie-i-ne-razvertivaemie-poverhnosti-i-ih-harakteristiki.html](https://studopedia.su/6_27985_obshchie-printsipi-postroeniya-razvertok-poverhnostey-primenitelno-k-konstruirovaniyu-odezhdi-razvertivaemie-i-ne-razvertivaemie-poverhnosti-i-ih-harakteristiki.html) (дата обращения 16.09.17).
3. Как выбрать корректирующее изделие [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ladytoday.ru/sovety-kak-vybrat-korrektiruyushhee-bele/> (дата обращения 16.09.17).
4. Компрессионный трикотаж [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.medirus.ru/> (дата обращения 16.09.17).
5. Одежда, вредная для здоровья [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://misseva.ru/raznoe/odezhda-vrednaya-dlya-zdorovya-chego-sleduet-izbegat.html> (дата обращения 16.09.17).

УДК 621.486

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОБОДНОПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВНЕШНИМ ПОДВОДОМ ТЕПЛОТЫ В СОСТАВЕ УСТАНОВОК МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Шустров Ф.А., Иванов Д.А., Некрасов А.С.

*ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», Москва, e-mail: shustrov@yandex.ru*

В ходе выполнения обоснования внедрения генераторных установок на базе свободнопоршневых двигателей с внешним подводом теплоты (СП ДВПТ) на объектах малой распределенной энергетики проведена сравнительная оценка эффективности использования существующего электроснабжения и новых автономных установок, рассчитаны финансовые показатели с позиции потребителя, эксплуатирующего автономную энергоустановку на базе СП ДВПТ, в которой в качестве основного вида топлива используется природный газ, но существует возможность путем модификации камеры сгорания и устройства подачи топлива адаптировать двигатель для работы на возобновляемых источниках энергии и местных видах топлива. Представленные результаты расчетных исследований подтверждают высокий коммерческий потенциал энергоустановок на базе СП ДВПТ, что объясняется более низкой себестоимостью вырабатываемой электрической энергии по сравнению с централизованным энергоснабжением и возможностью максимального приближения к потребителям при снижении эксплуатационных затрат. Наибольшего экономического эффекта от замещения централизованного электроснабжения автономными энергоустановками на базе СП ДВПТ возможно достигнуть при эксплуатации установок высокой мощности.

**Ключевые слова:** малая распределенная энергетика, энергоустановка, свободнопоршневой двигатель с внешним подводом теплоты, экономическая эффективность

## TECHNO-ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF FREE PISTON EXTERNAL HEAT ENGINE IN THE COMPOSITION OF INSTALLATIONS OF SMALL SCALE DISTRIBUTED POWER ENGINEERING

Shustrov F.A., Ivanov D.A., Nekrasov A.S.

*Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: shustrov@yandex.ru*

In progress for the introduction of generator sets on the basis of a free piston external heat engine (FPEHE) in small distributed power generation the comparative assessment of efficiency of use of the existing supply and a new stand-alone installations, calculated financial indicators with the position of the consumer operating the Autonomous power plant on the basis of FPEHE, in which the primary fuel is natural gas, but it is possible by modification of the combustion chamber and the device supplying fuel to the engine adapted to operate on renewable energy sources and local fuels. Presents the results of computational studies confirm high commercial potential of the power plants based on FPEHE, due to the lower cost of electric energy compared to centralized energy supply and the ability to come as close to consumers while reducing operating costs. The greatest economic effect from the replacement of centralized power by the Autonomous power plants based on FPEHE is possible to achieve the operation of the units of high power.

**Keywords:** small distributed power engineering, power plant, free piston external heat engine, economic efficiency

Одной из важных проблем энергетического комплекса России является децентрализация энергоснабжения, в условиях которой, по разным оценкам, находится около 2/3 территории страны.

Низкая плотность населения на этих территориях и относительно невысокая производственная деятельность являются основными причинами нерентабельности их обеспечения централизованным энергоснабжением, так как для этого требуется прокладка коммуникаций зачастую по труднодоступным территориям, имеющим сложную топографию.

Приведенные в «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» цели направлены на повышение эффективности использования природных энергоресур-

сов и потенциала энергетического сектора для обеспечения роста экономики, а также повышение качества жизни населения России [1].

К приоритетным направлениям развития энергетического сектора в области возобновляемых источников энергии и местных видов топлива можно отнести следующие:

- развитие и совершенствование технологий использования возобновляемых источников энергии, которые могут быть применены при практической реализации автономных энергетических комплексов для энергообеспечения районов с децентрализованным энергоснабжением;

- увеличение объемов производства и использования новых топлив, созданных из различных видов биомассы.

Согласно опубликованным данным предполагается, что к 2030 г. в Центральном, Южном, Сибирском и Дальневосточном ФО вырастет доля применения местных источников энергии за счет их использования при производстве энергии в удаленных районах.

Стоит отметить, что, несмотря на очевидную проблему обеспечения доступным и сравнительно дешевым энергоснабжением, этот вопрос сложен для решения в краткосрочной перспективе, поскольку требует проведения постепенного технического переоснащения с последовательным замещением действующих энергетических объектов, разработки и промышленного освоения новых энергоустановок и подготовки нормативно-правовой базы.

Для повышения экономической эффективности получения электроэнергии уже в краткосрочной перспективе следует обратить внимание на выработку электричества, используя существующие виды топлива, например, природного газа. В настоящее время активно решается вопрос газификации территории страны, а доступность этого вида топлива будет постепенно повышаться. При этом необходим выбор первичного преобразователя энергии, используемого для получения электроэнергии. Например, применение для этих целей газопоршневых ДВС ограничивается достаточно частым интервалом технического обслуживания, составляющим 300–500 часов, а проведение капитального ремонта может потребоваться уже после 8–10 тыс. часов работы, что с учетом стоимости работ, материалов и издержек, вызванных простоем оборудования, в итоге приводит к существенному увеличению стоимости электроэнергии.

Актуально использование природного газа для получения тепло- и электроэнергии в малоэтажных жилых домовладениях. Как правило, на таких объектах природный газ используется для получения тепловой энергии в отопительных целях, а электроснабжение происходит по электрическим сетям, и потребитель пользуется электричеством согласно установленному тарифу. Рост потребления электроэнергии при повышении тарифов заставляет рассматривать различные энергоустановки в качестве альтернативных источников электроэнергии, обладающих более высокой экономической эффективностью использования. Перспективным направлением является применение двигателей с внешним подводом теплоты для получения электроэнергии и, как вариант, совместной генерации тепловой мощности. Во втором случае речь идет уже о когенерационной установке, в которой

возможно достижение высокого суммарного КПД и эффективного использования энергоустановки в целом. Энергоустановки на базе ДВПТ имеют высокий ресурс и низкий уровень шума, а также являются многотопливными [2]. Отдельно стоит отметить перспективность использования относительно нового типа СП ДВПТ, обладающих еще более высокими экономическими, экологическими и эксплуатационными показателями в сравнении со своими кривошипношатунными предшественниками [3].

Несмотря на очевидные преимущества энергоустановок на базе двигателей с внешним подводом теплоты, формированию интереса к ним у потенциальных потребителей на данный момент препятствуют высокие капитальные затраты на автономную энергоустановку такого типа, отсутствие налоговых льгот для пользователей и недостаточная освещенность данного вопроса в информационной среде.

Таким образом, очевидна высокая значимость данного направления исследований для конечного потребителя и энергетики в целом. Для конечных потребителей, в качестве которых могут выступать частные лица или эксплуатирующие организации, преимущества заключаются в снижении стоимости получения электроэнергии, в том числе в возможности использовать различные виды топлива без существенных изменений конструкции, снижении затрат на техническое обслуживание благодаря высокому межсервисному интервалу и в увеличении срока службы продукции.

#### **Анализ с точки зрения конечного потребителя**

К основным потребителям, заинтересованным в снижении расхода топлива и затрат на техническое обслуживание, а также в возможности использования различных видов топлива, относятся объекты малой распределенной энергетики, в том числе частные жилые секторы и эксплуатирующие организации.

Основным критерием оценки рентабельности внедрения нового типа энергоустановок взамен существующих технологий энергообеспечения является срок окупаемости, рассчитываемый с помощью уравнения 1, зависящий от объема капитальных затрат на приобретение и ввод в эксплуатацию энергоустановки, а также от потенциального снижения эксплуатационных расходов при переходе на новую технологию получения энергии.

$$T = \frac{S}{S_{эл.} - S_{ген.}} \quad (1)$$

При оценке рассматривается автономная энергоустановка на базе СП ДВПТ, которая работает в условиях частного домовладения, оснащенного газоснабжением. Оценка срока окупаемости представлена для случая перевода потребителя с централизованного электроснабжения на энергообеспечение от указанной энергоустановки. Основные параметры, принятые в расчетах:

- среднечасовое потребление электроэнергии принято на уровне 8 кВт·ч;
- удельный эффективный расход теплоты составляет 9 МДЖ/(кВт·ч);
- среднесуточная стоимость электроэнергии принята 4,7 руб./(кВт·ч);
- среднесуточная стоимость природного газа 4 руб./м<sup>3</sup>;
- принято допущение, что в течение года энергоустановка не простаивала и не требовала ремонта.

Результаты расчета срока окупаемости автономной энергоустановки на базе СП ДВПТ, работающей на природном газе, в сравнении с использованием централизованного электроснабжения приведены в таблице 1 и подтверждают результаты исследований [4], прогнозирующие значительную экономию средств в течение прогнозируемого жизненного цикла рассматриваемого типа энергоустановок.

ми и постоянными эксплуатационными расходами на обеспечение функционирования и поддержание исправного состояния энергоустановки, причем капитальные затраты являются единовременными и определяются величиной затрат на приобретение, монтаж и наладку оборудования, а эксплуатационные характеризуются затратами во время работы оборудования и для различных этапов жизненного цикла энергоустановки могут иметь различные значения.

В ходе выполнения оценки экономического эффекта от использования энергоустановки на базе СП ДВПТ экономия эксплуатационных затрат  $\mathcal{E}_{\text{экспл.}}$  вычисляется как разность между средствами  $S_{\text{пр.}}$ , которые высвобождаются при переходе от централизованного или иного электроснабжения на генерацию электроэнергии с помощью СП ДВПТ, и величиной ежегодных затрат  $S_{\text{го}}$  на проведение планового технического обслуживания и расходные материалы. Значение  $S_{\text{пр.}}$  рассчитывается на основании данных, взятых из таблицы 1, и определяется как разность ( $S_{\text{эл.}} = 329\,376$  руб./год) – ( $S_{\text{ген.}} = 100\,418$  руб./год) = 228 958 руб./год.

Значение  $S_{\text{го}}$  примем на уровне 50 000 руб./год, что обусловлено, в первую очередь, длительным межсервисным интервалом и небольшим количеством узлов

**Таблица 1**

Результаты расчета срока окупаемости  $T$  автономной энергоустановки на базе СП ДВПТ.

Параметр	Централизованное электроснабжение	СП ДВПТ
Суточный расход электроэнергии / природного газа	192 кВт	68,78 м <sup>3</sup>
Затраты $S_{\text{эл./ген.}}$ , руб./год	329 376	100 418
Стоимость $S_{\text{кап.}}$ , руб.	-	1 000 000
Срок полной окупаемости $T$ , лет	-	4,4

При увеличении среднечасового потребления до 10 кВт·ч срок окупаемости сокращается до 3,5 лет, а при потреблении 15 кВт·ч – до 2,3 года. Если использовать побочную теплоту различных производственных процессов и местные виды топлива, стоимость которых, как правило, минимальна, то срок окупаемости энергоустановки будет значительно сокращен.

#### Оценка технико-экономической эффективности внедрения проекта

Затраты на энергоустановку на базе СП ДВПТ определяются капитальными затрата-

ми и систем, требующих регулярного обслуживания.

Поскольку  $S_{\text{пр.}} > S_{\text{го}}$ , то имеет место экономия на эксплуатационных затратах. Чистый денежный поток  $D_t$  формируется как разница между капитальными затратами  $S_{\text{кап.}}$  и экономией эксплуатационных затрат  $\mathcal{E}_{\text{экспл.}}$ .

Для оценки экономической эффективности применяется метод дисконтирования, в котором разновременные затраты и поступления приводятся к единице времени, что позволяет учесть влияние фактора времени в рассматриваемом периоде. Степень

эффективности инвестируемых средств рассчитывается по сроку их окупаемости.

На основе данных по затратам определены показатели инвестиционной деятельности, которые представлены в таблице 2. Здесь чистый дисконтированный доход  $NPV$ , который должен иметь положительное значение, определяется как сумма годового чистого денежного потока  $D_p$ , обусловленного экономией во время внедрения и эксплуатации энергоустановки, с учётом ставки дисконтирования  $i = 20\%$  и первоначальных инвестиций  $S_{\text{кап.}}$ , вложенных в приобретение энергоустановки. Чистый приведенный доход  $NPV$  представляет собой итоговый финансовый результат или общий доход от осуществления проекта и рассчитывается с учетом дисконтирования, когда из суммарного дохода за время планового периода вычитаются операционные и инвестиционные расходы.

Чистый дисконтированный доход  $NPV$  для временного отрезка  $n$ , равного 10 годам, определяется по формуле (2):

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n S_{\text{кап.}} \quad (2)$$

решения в сравнении с централизованным электроснабжением.

Для оценки эффективности внедрения проекта по замещению электроэнергии, подаваемой с помощью централизованного энергоснабжения, на электроэнергию, вырабатываемую с помощью энергоустановки на базе СП ДВПТ, последовательно проводятся анализ чувствительности и определение ожидаемого интегрального эффекта.

При анализе чувствительности используется величина  $NPV$ , вычисленная для случаев эксплуатации энергоустановок на базе СП ДВПТ мощностью 6, 8, 10 и 15 кВт на расчетном периоде 10 лет при переменных значениях стоимости используемого топлива и объемах капитальных затрат.

На рис. 1 представлен сводный график изменения  $NPV$ , составленный для различных режимов работы энергоустановки, развивающей электрическую мощность от 6 до 15 кВт. Величина  $NPV$ , показанная на графике, также зависит от значения  $k$ , под которым подразумевается отношение стоимости  $1 \text{ м}^3$  природного газа к стоимости  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  электроэнергии, поставляемой через централизованную электросеть. Как видно из графика, линия «6 кВт» выпадает из области положительных значений

Таблица 2

Показатели инвестиционной деятельности

Параметр	Эксплуатация, годы							
	1	2	3	4	5	6	8	10
$\mathcal{E}_{\text{эксп.}}$ , руб./г.	178958	178958	178958	178958	178958	178958	178958	178958
$D_p$ , руб./г.	-821042	-642084	-463126	-284168	-105210	73748	431664	789580
$NPV$ , руб./г.	-684202	-445892	-268013	-137041	-42282	24698	100391	127522

Согласно полученным результатам расчета на 6-м году эксплуатации энергоустановки величина чистого дисконтированного дохода становится положительной, что свидетельствует о том, что начинается экономия средств. Чистый дисконтированный доход, полученный по итогам 10 лет эксплуатации энергоустановки, показывает конкурентоспособность рассматриваемого

при превышении стоимости  $1 \text{ м}^3$  природного газа стоимости  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  электроэнергии более чем на 10%, что говорит о высокой чувствительности маломощных энергоустановок на базе СП ДВПТ даже к незначительному увеличению стоимости топлива. Таким образом, работа с такой мощностью и в диапазоне  $k$  свыше значения 1,1 является экономически неоправданной.

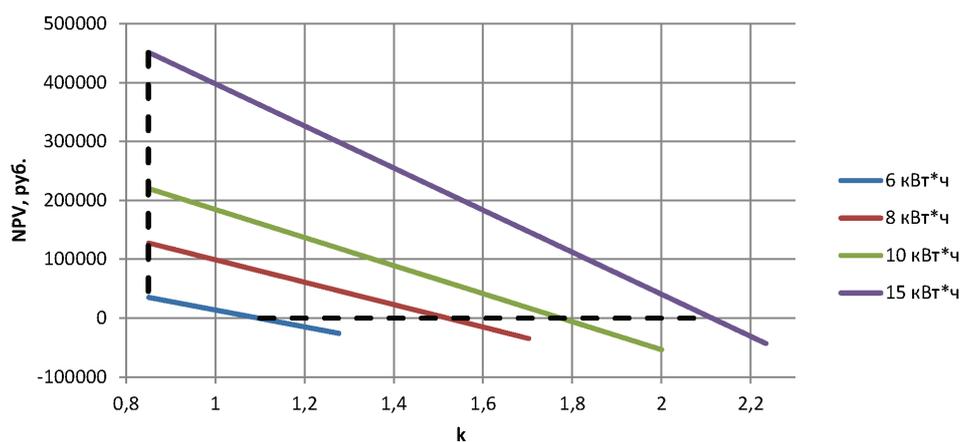


Рис. 1. График зависимости NPV от отношения стоимостей природного газа и электроэнергии  $k$  для различной электрической мощности

На графике выделена область положительных значений NPV для выбранных расчетных условий, ограниченная линиями «6 кВт» и «15 кВт», а также двумя перпендикулярными пунктирными прямыми, позволяющая определить сочетания параметров, обеспечивающих экономически эффективную реализацию и высокую устойчивость проекта по внедрению энергоустановок на базе СП ДВПД на объектах малой распределенной энергетики.

В целом полученные зависимости значений NPV от повышения стоимости топлива для разных вырабатываемых мощностей демонстрируют снижение чувствительности проекта к увеличению стоимости природного газа при эксплуатации энергоустановок большей мощности. Согласно расчетным данным допустимо увеличение стоимости топлива на 50 – 110% от базовой стоимости электроэнергии для диапазона средней

генерируемой мощности 8...15 кВт на расчетном периоде 10 лет с сохранением положительного уровня NPV при условии сохранения прежней стоимости электроэнергии. Очевидным решением является увеличение генерируемой мощности, приходящейся на одну энергоустановку, что возможно при одновременном подключении нескольких потребителей к источнику энергии.

В качестве дополнительного критерия оценки устойчивости проекта можно рассмотреть зависимость NPV для ранее принятых условий от объема капитальных затрат. На рис. 2 показаны графики, которые позволяют количественно оценить влияние объема капитальных затрат при эксплуатации энергоустановок разной мощности на чистый дисконтированный доход и подтверждают более высокую экономическую устойчивость проекта при эксплуатации более мощных энергоустановок.

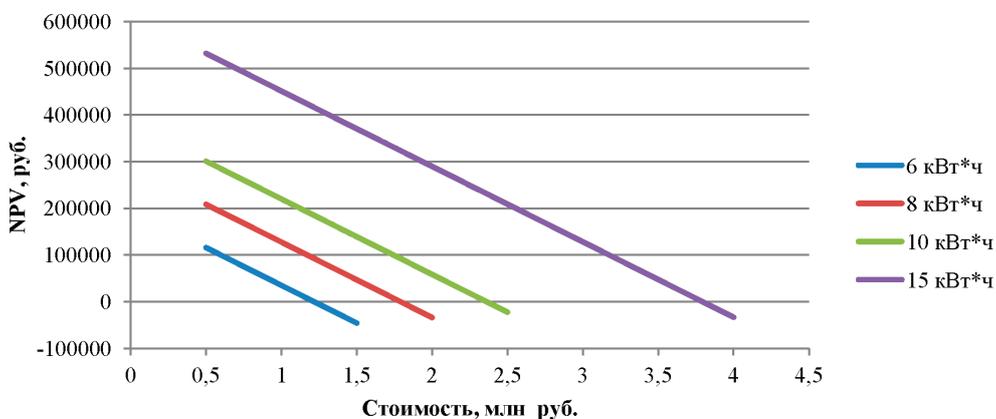


Рис. 2. График зависимости NPV при эксплуатации энергоустановок на базе СП ДВПД различной мощности от объема капитальных затрат

Анализ потенциальной эффективности внедрения энергоустановок такого типа проводится для оптимистического и пессимистического сценария [5]. При анализе чувствительности используется величина  $NPV$ , вычисленная для оптимистичного и пессимистичного сценариев в расчёте получения 8 кВт электрической мощности за 10 лет. В случае пессимистического сценария оценивается влияние от повышения стоимости природного газа на 30% при сохранении ставки доходности на прежнем уровне 20% и величине электрической мощности 8 кВт.

Для оптимистического сценария значение  $NPV$  остается прежним и составляет 127520 руб., а для пессимистического сценария  $NPV$  снижается до 40753 руб.

Принимая во внимание присутствующую неопределённость в виде двух сценариев реализации проекта, целесообразно проводить оценку его эффективности путем определения ожидаемого интегрального эффекта  $\mathcal{E}_{ож}$ , который зависит от наибольшего  $\mathcal{E}_{max}$  и наименьшего  $\mathcal{E}_{min}$  интегрального эффекта  $NPV$  в соответствии с рассмотренными сценариями. Для определения  $\mathcal{E}_{ож}$  используется формула (3), составленная с учётом вероятности  $\lambda = 0,3$ :

$$\mathcal{E}_{ож} = \lambda \cdot \mathcal{E}_{MAX} + (1 - \lambda) \mathcal{E}_{MIN}. \quad (3)$$

При определении  $\mathcal{E}_{ож}$  полагаем, что колебания стоимости топлива в пределах 30% в течение 10 лет являются достаточно вероятными, поэтому полученная величина  $\mathcal{E}_{ож} = 66783$  руб. является актуальной.

Очевидно, что падение  $NPV$  для пессимистического сценария является достаточно значительным, и такую тенденцию следует расценивать как неблагоприятную, поскольку стоимость топлива оказывает существенное влияние на экономическую эффективность реализации проекта.

### Выводы

Коммерческий потенциал энергоустановок на базе СП ДВПТ в первую очередь

связан с более низкой себестоимостью электрической энергии по сравнению с централизованным энергоснабжением и возможностью максимального приближения к потребителям при снижении эксплуатационных затрат.

Капитальные затраты на производство и ввод в эксплуатацию подобных энергоустановок являются относительно высокими, однако низкие эксплуатационные затраты, определяемые стоимостью топлива и периодичностью технического обслуживания, приводят к сравнительно быстрой окупаемости затрат, что подтверждают выполненные расчеты.

Статья подготовлена в рамках проведения НИР по теме «Разработка научных основ и практических способов совершенствования показателей свободнопоршневых тепловых двигателей для транспортных и стационарных энергоустановок» в рамках стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, регистрационный номер СП-264.2015.1 при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

### Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года от 13 ноября 2009 г. № 1715-р // Правительство Российской Федерации, Москва.
2. Lezhnev L., Ivanov D., Shustrov F. Engineering solutions for an autonomous power unit's prime engines. *Life Sci J* 2014;11(12):352–359.
3. Шустров Ф.А. и др. Оценка эффективности использования свободнопоршневых тепловых двигателей в составе транспортных и стационарных энергоустановок // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2015. – № 10 (часть 3) – С. 449–453.
4. Dochat, G. Free-Piston Stirling Component Test Power Converter Test Results and Potential Stirling Applications // *SAE Technical Paper* 929339, 1992, doi: 10.4271/929339.
5. Непомнящий Е.Г. Инвестиционное проектирование: Учебное пособие. – Таганрог: ТРТУ, 2003. – 262 с.

УДК 539.3:621.777

**ДИАГРАММА ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО КАНАЛЬНО-УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ ТИТАНОВЫХ ОБРАЗЦОВ**<sup>1,2</sup>Зелепугин С.А., <sup>1</sup>Бодров А.С., <sup>1</sup>Пахнutowa Н.В.<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Томск, e-mail: szel@yandex.ru;

<sup>2</sup>Томский научный центр СО РАН, Томск

В статье представлены результаты трехмерного численного моделирования процесса динамического канально-углового прессования (ДКУП) образцов из титана. Для решения задачи высокоскоростной интенсивной пластической деформации образца в рамках модели повреждаемой упругопластической среды использован модифицированный метод конечных элементов. Определены значения начальной скорости образца и приложенного к нему давления, обеспечивающие успешное прохождение процесса ДКУП; построена диаграмма процесса в координатах “давление, действующее на тыльный торец образца – начальная скорость образца”. Выделены три области на диаграмме, характеризующие поведение образца при различных условиях: область остановки образца при пересечении каналов, область разрушения и область устойчивого прохождения процесса ДКУП. Выявлено, что увеличение средней скорости движения образца по каналам вследствие роста начальной скорости образца или действующего на его тыльный торец давления приводит к удлинению образца в направлении продольной оси.

**Ключевые слова:** динамическое канально-угловое прессование, интенсивная пластическая деформация, численное моделирование

**THE DIAGRAM OF THE DYNAMIC CHANNEL ANGULAR PRESSING OF TITANIUM SPECIMEN**<sup>1,2</sup>Zelepugin S.A., <sup>1</sup>Bodrov A.S., <sup>1</sup>Pakhnutova N.V.<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: szel@yandex.ru;<sup>2</sup>Tomsk Scientific Center SB RAS, Tomsk

This paper presents three-dimensional numerical simulation results of titanium specimens' dynamic channel angular pressing (DCAP) process. Modified finite element method to solve the problem of high-speed severe plastic deformation of the specimen within the framework of the elastic-plastic medium model was used. Initial velocity and pressure values to provide successful passage of DCAP process were determined; the process diagram in “pressure acting on a rear surface of the specimen – initial velocity of the specimen” coordinates was plotted. Three regions characterizing the behavior of the specimen under various conditions were identified: the region with specimen stuck at the channels' intersection, the region with specimen destructed and the region with stable DCAP process. It was found that an increase in the average velocity of the specimen passing through channels due to an increase in the initial velocity or pressure, acting on a rear surface of the specimen, leads to the elongation of the specimen in the longitudinal axis direction.

**Keywords:** dynamic channel-angular pressing, severe plastic deformation, numerical simulation

Одной из фундаментальных проблем современного материаловедения является получение объемных ультрамелкозернистых (УМЗ) металлов и сплавов, обладающих усовершенствованными свойствами – повышенными прочностью и пластичностью, высокой усталостной прочностью, коррозионной и радиационной стойкостью и др. Металлические материалы с таким высоким уровнем свойств становится возможным получить, применяя методы интенсивной пластической деформации (ИПД). Динамическое канально-угловое прессование (ДКУП) [1] – уникальный метод ИПД, разработанный на базе метода равноканального углового прессования (РКУП) в РФЯЦ ВНИИТФ (г. Снежинск). В отличие от РКУП, метод ДКУП позволяет сохранить высокую пластичность образца после обработки, значительно увеличить скорость пластического деформирования, а также использовать более крупные образцы и сократить общее

количество проходов образца через оснастку. Исследования, проводимые в настоящее время, показывают необходимость установления эффективных параметров процесса ДКУП и выявления особенностей ИПД, что становится возможным при применении инструментов численного моделирования [2–7].

**Постановка задачи**

Процессы, которые рассматриваются в данной работе, имеют нестационарный характер. Также при их описании используется приближение адиабатического процесса применительно к сжимаемой упругопластической среде. Система уравнений, описывающая такое поведение среды, является следствием законов сохранения массы, импульса, энергии:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{dv_i}{dt} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j}, \quad (2)$$

$$\rho \frac{dE}{dt} = \sigma_{ij} \varepsilon_{ij}. \quad (3)$$

где  $\rho$  – плотность,  $t$  – время,  $v_i$  – компоненты вектора скорости,  $\sigma_{ij} = -P\delta_{ij} + S_{ij}$  – компоненты тензора напряжений,  $E$  – удельная внутренняя энергия,  $\varepsilon_{ij}$  – компоненты тензора скоростей деформаций,  $P = P_c (\rho/\rho_c)$  – среднее давление,  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера,  $S_{ij}$  – компоненты девиатора напряжений,  $P_c$  – давление в неповрежденной части вещества.

Во всем диапазоне условий нагружения применяется уравнение состояния, определяющее давление как функцию удельных объема и внутренней энергии:

$$P_c = \rho_0 a^2 \mu + \rho_0 a^2 [1 - \gamma_0/2 + 2(b-1)] \mu^2 + \rho_0 a^2 [2(1 - \gamma_0/2)(b-1) + 3(b-1)^2] \mu^3 + \gamma_0 \rho_0 E, \quad (4)$$

где  $\mu = V_0/(V - V_f)$ ,  $\gamma_0$  – коэффициент Грюнайзена,  $V_0$  и  $V$  – начальный и текущий удельные объемы,  $a$  и  $b$  – константы адиабаты Гюгоню

$$u_s = a + bu_p,$$

где  $u_s$  – скорость распространения фронта ударной волны,  $u_p$  – массовая скорость вещества за фронтом ударной волны. Данное уравнение относится к уравнениям состояния типа Ми – Грюнайзена, в котором выделяется «холодная» и «тепловая» части.

Для описания повреждения материала среды используется кинетическая модель разрушения активного типа [8, 9]:

$$\frac{dV_f}{dt} = \begin{cases} 0, & \text{если } |P_c| \leq P^* \text{ или } (P_c > P^* \text{ и } V_f = 0), \\ -\text{sign}(P_c) K_f (|P_c| - P^*) (V_2 + V_f), & \text{если } P_c < -P^* \text{ или } (P_c > P^* \text{ и } V_f > 0), \end{cases} \quad (5)$$

где  $P^* = P_k V_1 / (V_f + V_1)$ ;  $V_1, V_2, P_k, K_f$  – константы ( $P^* > 0$ ).

В рамках данной модели степень повреждения среды характеризуется удельным объемом микроповреждений  $V_f$ . Для повреждаемой среды можно определить элементарный объем среды  $W$ , который включает объем конденсированной фазы  $W_c$  и объем микрополостей (пустот), которые занимают объем  $W_f$ . Плотность конденсированной фазы  $\rho_c$ , а плотность пустот полагается равной нулю. Вводится

понятие средней плотности повреждаемой среды  $\rho = \rho_c (W_c/W)$ . Тогда удельный объем микроповреждений определяется как  $V_f = W_f/(W \rho)$ . В совокупности такой подход можно определить как модель повреждаемой среды.

Компоненты девиатора напряжений определяются через компоненты тензора скоростей деформаций, при этом используется производная по Яуманну. Пластическое течение описывается с использованием условия текучести Мизеса. Модуль сдвига и динамический предел текучести зависят от температуры и поврежденности материала.

Рассматривается задача взаимодействия титанового образца с пересекающимися каналами. Для системы основных уравнений (1)–(5) в декартовой системе координат ставится задача с начальными и граничными условиями. Начальные условия

характеризуются отсутствием внутренних напряжений, а образец движется с начальной скоростью  $v_0$ . На границах каналов ставится условие жесткой стенки. На тыльной поверхности образца задается постоянная нагрузка  $P$ , моделирующая давление пороховых газов. Для решения задачи используется модифицированный метод конечных элементов без глобальной матрицы жесткости, предназначенный для решения задач высокоскоростного нагружения [10].

### Численные результаты

Численное моделирование процесса ДКУП в трехмерной постановке выполне-

но для образцов длиной 65 мм и поперечным сечением 16x16 мм. Каналы оснастки, по которым движется образец, пересекаются под углом 90°; в области внешнего угла пересечения каналов задана наклонная площадкой под углом 45° и высотой 4 мм (рис. 1, а).

В расчетах варьировались величины нагрузки  $P$  и начальной скорости образца  $v_0$ . Анализ результатов серии расчетов позволяет построить диаграмму процесса ДКУП в координатах  $P - v_0$  (рис. 1, б) и определить комбинацию их значений, обеспечивающих

успешное деформирование образца с полным прохождением по каналам (зона II на рис. 1, б). Диаграмма разделена на следующие зоны:

Зона I: образец останавливается при пересечении каналов оснастки.

Зона II: образец успешно проходит через каналы.

Зона III: образец разрушается во время процесса ДКУП.

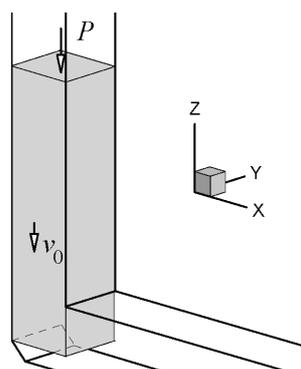
Образец успешно проходит через пересекающиеся каналы при достижении минимального значения давления на тыльную поверхность образца, равного 0,6 ГПа. При увеличении начальной скорости образца до 250 м/с возрастает вероятность успешного прохождения процесса ДКУП при значениях  $P < 0,6$  ГПа. В правой нижней части диаграммы зоны I и III пересекаются: здесь происходит переход режима процесса ДКУП от остановки образца в области

пересечения каналов оснастки к остановке с частичным разрушением образца. С увеличением значений  $P$  и  $v_0$  были определены верхняя и правая границы зоны II, за которыми прохождение образца по каналам невозможно без накопления критического уровня повреждений или разрушения образца (зона III).

Увеличение значения  $P$  при постоянном значении  $v_0$  приводит к удлинению образца в направлении продольной оси, также увеличивается средняя скорость движения образца по каналам в течение всего процесса ДКУП. В результате увеличивается скорость пластического деформирования, повышается температура образца. При постоянном значении  $P$  увеличение значения  $v_0$  также приводит к удлинению образца.

Динамика успешного прохождения образца по пересекающимся каналам представлена на рис. 2.

а



б

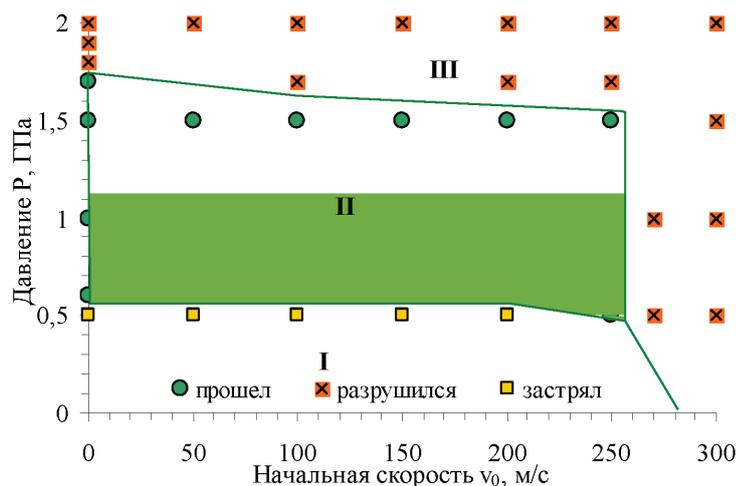


Рис. 1. Начальное положение образца и геометрия пересекающихся каналов (а);  $P - v_0$  диаграмма процесса ДКУП титанового образца (б)

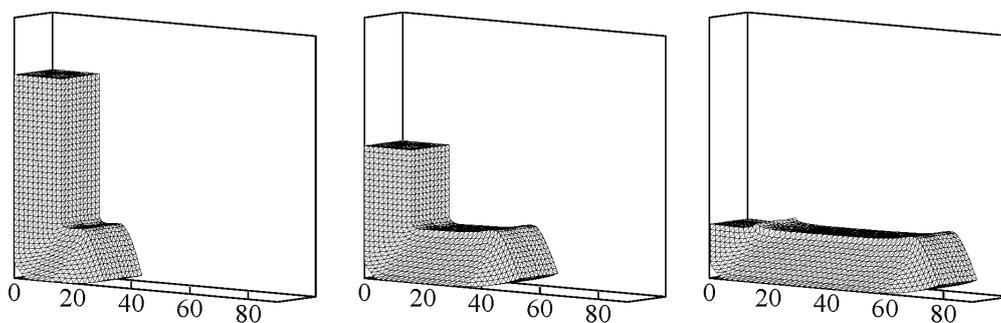


Рис. 2. Образец в различные моменты времени процесса: 80, 160 и 240 мкс.  $P=1$  ГПа,  $v_0=100$  м/с. Размеры даны в мм

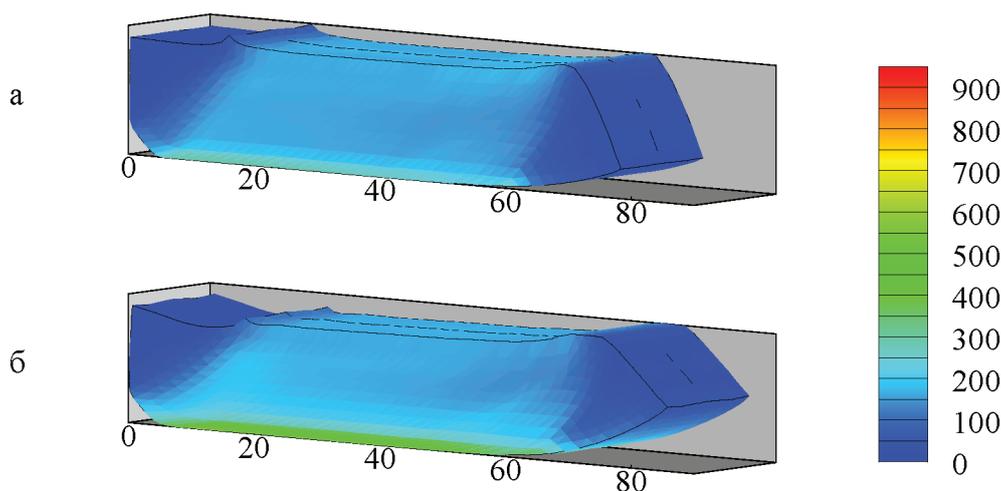


Рис. 3. Распределение удельной энергии сдвиговых деформаций ( $\text{кДж/кг}$ ) в образце:  $P=1 \text{ ГПа}$ ,  $v_0=100 \text{ м/с}$ ,  $t=240 \text{ мкс}$  (а);  $P=1,5 \text{ ГПа}$ ,  $v_0=150 \text{ м/с}$ ,  $t=160 \text{ мкс}$  (б). Размеры даны в мм

Исследование полей пластического деформирования в образцах (рис. 3) позволяет сделать вывод о неравномерности процесса деформирования в продольном направлении, это может привести к необходимости повторения процесса ДКУП. В приповерхностных слоях образцов наблюдаются наибольшие значения удельной энергии сдвиговых деформаций ввиду взаимодействия со стенками каналов, при этом в поперечном направлении распределение полей практически полностью идентично.

#### Заключение

Выполнено численное исследование в трехмерной постановке процессов интенсивного пластического деформирования образцов из титана при ДКУП. Определены значения начальной скорости образца и приложенного к нему давления, обеспечивающие успешное прохождение процесса ДКУП; построена диаграмма процесса в координатах “давление, действующее на тыльный торец образца – начальная скорость образца”. Выделены три области на диаграмме процесса ДКУП, характеризующие поведение образца при различных условиях: область остановки образца при пересечении каналов, область разрушения и область устойчивого прохождения процесса ДКУП. Установлено, что рост средней скорости движения образца по пересекающимся каналам из-за увеличения значений начальной скорости или действующего на него давления приводит к удлинению образца в направлении продольной оси.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 16-43-700774).*

#### Список литературы

1. Шорохов Е.В., Жгилев И.Н., Хомская И.В. и др. Высокоскоростное деформирование металлических материалов методом канально-углового прессования для получения ультрамелкозернистой структуры // Деформация и разрушение материалов. – 2009. – № 2. – С. 36–40.
2. Ширинкина И.Г., Бродова И.Г. Исследование термической стабильности субмикроструктурного алюминниевго сплава, полученного высокоскоростным деформированием // Деформация и разрушение материалов. – 2016. – № 12. – С. 27–33.
3. Столбовский А.В., Попов В.В., Попова Е.Н., Фалахутдинов Р.М., Шорохов Е.В. Особенности деформационного поведения бронз при динамическом канально-угловом прессовании // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11–5. С. 858–863.
4. Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Волокитина И.Е., Куратов Г.Г., Кнапиньски М.Я. Эволюция микроструктуры латуни CuZn36 при прессовании в равноканальной ступенчатой матрице // Труды Университета. – 2016. – № 1(62). С. 40–44.
5. Скрыбина Н.Е., Аптуков В.Н., Романов П.В., Фрушар Д. Применение метода сеток при изучении процессов равноканального углового прессования магниевых сплавов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2015. – № 3. – С. 133–145.
6. Аборкин А.В., Захаров А.А., Бабин Д.М., Орехов О.П. Расчетно-экспериментальное исследование энергосиловых параметров процесса непрерывного канально-углового прессования алюминия // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 3(17). – С. 47–51.
7. Иванов А.М., Петрова Н.Д., Ващенко С.С. Канальное угловое прессование медной пластины // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 4. – 2(288). С. 56–60.
8. Бодров А.С., Олимпиева Н.В., Зелепугин А.С., Зелепугин С.А. Численное моделирование процессов динамического канально-углового прессования титановых образцов // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2015. – № 5(37). – С. 56–63.
9. Зелепугин С.А., Шпаков С.С. Разрушение металл-интерметаллидного многослойного композита при высоко-скоростном ударе // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2009. – Т. 15, № 3. – С. 369–382.
10. Горельский В.А., Зелепугин С.А., Смолин А.Ю. Исследование влияния дискретизации при расчете методом конечных элементов трехмерных задач высокоскоростного удара // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1997. – № 37(6). – С. 742–750.

УДК 530.182:537.6

## ВОЗБУЖДЕНИЕ ПРЕЦЕССИРУЮЩИХ СОЛИТОНОВ В ФЕРРОМАГНЕТИКЕ С АНИЗОТРОПИЕЙ ТИПА «ЛЕГКАЯ ОСЬ»

Расковалов А.А., Баталов С.В.

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

В рамках модели Ландау-Лифшица для квазиодномерного ферромагнетика с анизотропией типа “легкая” ось исследуется генерация прецессирующих солитонов из начального локализованного импульса намагниченности. Представлены результаты численного моделирования. Согласно им, локализованное возмущение малой ширины не порождает солитона: в этом случае начальный импульс произвольной высоты расплывается на диспергирующие спиновые волны. С ростом ширины импульса из него пороговым образом зарождается неподвижный солитон, во всех точках которого намагниченность совершает круговую прецессию с одной и той же фазой. Численный эксперимент подкреплен аналитическим расчетом. На основе формализма обратной задачи рассеяния установлена связь физических характеристик солитонов с параметрами начального возмущения, что позволяет генерировать неподвижные солитоны с требуемыми свойствами.

**Ключевые слова:** ферромагнетик, солитоны, обратная задача рассеяния, модель Ландау-Лифшица, бризер

## EXCITING OF THE PRECESSING SOLITONS IN A FERROMAGNET WITH THE EASY-AXIS ANISOTROPY

Raskovalov A.A., Batalov S.V.

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

In the framework of Landau-Lifshitz model for quasi-one-dimensional ferromagnet with the easy-axis anisotropy generation of the precessing solitons from the initial localized impulse of magnetization is studied. We show the results of the numerical modeling. According to it, the small-width localized excitation does not generate a soliton: in this case the initial impulse of arbitrary height decomposes into the dispersive spin waves. When the height of the impulse becomes more than the threshold value, the immobile soliton is generated from it. At the each point of such soliton the magnetization makes circle precession with one and the same phase. The numerical experiment is accompanied by the analytical calculation. On the basis of the inverse scattering problem, we find out the relation between the physical characteristics of solitons and the parameters of the initial excitation. It gives us the possibility to excite the immobile solitons with the required properties.

**Keywords:** ferromagnet, solitons, inverse scattering problem, Landau-Lifshitz equation, breather

В ферромагнетике с анизотропией типа «легкая ось» нелинейная динамика намагниченности  $\mathbf{M}(\mathbf{r}, t)$  определяется уравнением Ландау-Лифшица [1–2]:

$$\partial_t \mathbf{M} = -\gamma [\mathbf{M} \times (\alpha \Delta \mathbf{M} + K_a (\mathbf{n} \cdot \mathbf{M})) \mathbf{n}],$$

$$\mathbf{M}^2 = M_0^2 = \text{const}, \quad (1)$$

где  $\alpha > 0$ ,  $K_a > 0$  – постоянные обменного взаимодействия и магнитной анизотропии вдоль выделенной оси  $\mathbf{n} = (0, 0, 1)$ ;  $\gamma$  – магнитомеханическое отношение,  $t$  – время. Далее рассматривается квазиодномерный ферромагнетик:

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}(x, t),$$

где  $x$  – пространственная координата.

С помощью масштабных преобразований:

$$x' = x \sqrt{K_a / \alpha}, \quad t' = \gamma M_0 K_a t, \quad \mathbf{M} = -M_0 \mathbf{S}$$

уравнение (1) сводится к виду

$$\partial_{t'} \mathbf{S} = [\mathbf{S} \times \partial_{x'}^2 \mathbf{S}] + (\mathbf{n} \cdot \mathbf{S}) [\mathbf{S} \times \mathbf{n}], \quad \mathbf{S}^2 = 1. \quad (2)$$

«Штрихи» над новыми переменными далее опускаем.

Решение уравнения Ландау-Лифшица (2), описывающее простейший прецессирующий солитон на фоне однородного основного состояния легкоосного ферромагнетика, хорошо известно: оно впервые получено непосредственным интегрированием в классической монографии [1]. В книге [2] изложена процедура нахождения точных солитонных решений уравнения (2) на основе метода обратной задачи рассеяния. В основе метода лежит задача сопряжения матричных аналитических функций комплексного переменного.

В данной работе представлены результаты численного эксперимента по возбуждению солитонов в рассматриваемой модели из локализованного начального распределения намагниченности. В рамках формализма обратной задачи аналитически установлена связь физических характеристик солитонов с параметрами исходного распределения, что позволяет генерировать солитоны с требуемыми свойствами.

Основные соотношения. Уравнение (2) равносильно условию совместности вспомогательной линейной системы [2]:

$$\partial_x \Psi = -\frac{i}{2} [w_1 (S_1 \sigma_1 + S_2 \sigma_2) + w_3 S_3 \sigma_3] \Psi, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \partial_t \Psi = & -\frac{i}{2} [w_1 ([\mathbf{S} \times \partial_x \mathbf{S}]_1 \sigma_1 + [\mathbf{S} \times \partial_x \mathbf{S}]_2 \sigma_2) + w_3 [\mathbf{S} \times \partial_x \mathbf{S}]_3 \sigma_3 - \\ & - w_1^2 S_3 \sigma_3 - w_1 w_3 (S_1 \sigma_1 + S_2 \sigma_2)] \Psi. \end{aligned}$$

Здесь  $\sigma_j$  – матрицы Паули,  $\Psi$  – матрица  $2 \times 2$ , коэффициенты  $w_{1,3}$  подчинены ограничению:  $w_1^2 - w_3^2 = 1$ . Удобно использовать параметризацию:

$$w_1 = \text{ch}^{-1} u, \quad w_3 = i \text{th} u.$$

Нас интересуют решения уравнения Ландау – Лифшица (2) с граничными условиями:

$$\mathbf{S} \rightarrow \mathbf{S}_{1,2}^{(0)} = (0, 0, 1) \text{ при } x \rightarrow \pm\infty. \quad (4)$$

Условия (4) соответствуют однородному равновесному распределению намагниченности:

$$\mathbf{M}(x \rightarrow \pm\infty) \rightarrow -M_0 \mathbf{n}.$$

Им отвечают фундаментальные решения вспомогательной линейной системы (3) с асимптотическим поведением:

$$\Psi_1 \rightarrow \Psi_1^{(0)} \text{ при } x \rightarrow -\infty, \quad (5)$$

$$\Psi_2 \rightarrow \Psi_2^{(0)} \text{ при } x \rightarrow +\infty,$$

где

$$\Psi_1^{(0)} = \Psi_2^{(0)} \equiv \Psi_0(x, t, u) = \exp[-i(w_3(u)x - 2w_1^2(u)t)\sigma_3].$$

Множество  $\Gamma = \{u : \text{Im } u = 0\}$ ,  $\text{mod } (2\pi i)$  соответствует непрерывному спектру задачи (3), (5) [2]. На контуре  $\Gamma$  фундаментальные решения  $\Psi_{1,2}(u)$  имеют осциллирующее поведение. Они определены одновременно и связаны между собой матрицей перехода:

$$\Psi_1(u) = \Psi_2(u)T(u), \quad u \in \Gamma.$$

Матрица перехода  $T(u)$  унимодулярна ( $\det T = 1$ ) и не зависит от  $x$  [2]. Для нее справедливо представление

$$T(u, t) \equiv \begin{pmatrix} a(u) & -\bar{b}(u) \\ b(u) & \bar{a}(u) \end{pmatrix} = \lim_{x \rightarrow +\infty} [\Psi_2(u, x, t)]^{-1} \Psi_1(u, x, t). \quad (6)$$

Прецессирующий солитон в легкоосном ферромагнетике. Для солитонных решений модели (2) коэффициенты  $b = \bar{b} \equiv 0$ , в то время, как  $a(u)$  и  $\bar{a}(u)$  являются мероморфными функциями в  $u$  – плоскости. Простейший прецессирующий солитон параметризуется комплексным нулем  $u = \mu$  функции  $\bar{a}(u)$ . Соответствующее точное решение можно записать в виде:

$$\begin{aligned} S_1(x, t) - i S_2(x, t) = \\ = -\frac{2i s_\rho c_\rho (c_\rho c_\theta c_y - i s_\rho s_\theta s_y)}{(s_\rho^2 + c_\theta^2)(c_\rho^2 + s_y^2)} \exp(i\varphi), \\ S_3(x, t) = 1 - \frac{2s_\rho^2 c_\rho^2}{(s_\rho^2 + c_\theta^2)(c_\rho^2 + s_y^2)}, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $y = -l_0^{-1}(x - Vt) + y_0$ ,  $\varphi = px - \omega t - \varphi_0$ ,  $y_0, \varphi_0 = \text{const}$ , и для краткости введены обозначения:

$$s_\rho = \text{sh } \rho, \quad c_\rho = \text{ch } \rho, \quad s_\theta = \sin \theta, \quad c_\theta = \cos \theta, \quad s_y = \text{sh } y, \quad c_y = \text{ch } y.$$

Ширина области резкого изменения намагниченности солитона  $l_0$ , скорость его движения  $V$ , волновой вектор  $p$  прецессии намагниченности в области локализации солитона, частота  $\omega$  прецессии в лабораторной системе отсчета и частота  $\Omega$  в системе отсчета, связанной с солитоном, имеют вид

$$l_0 = -(\operatorname{Re} \operatorname{th} \mu)^{-1},$$

$$V = -l_0 \operatorname{Im} \operatorname{ch}^{-2} \mu,$$

$$p = \operatorname{Im} \operatorname{th} \mu,$$

$$\omega = -\operatorname{Re} \operatorname{ch}^{-2} \mu,$$

$$\Omega = \omega - pV.$$

При этом выполняются тождества

$$\omega = -p^2 - 1 + l_0^{-2}, \quad \Omega = p^2 - 1 + l_0^{-2},$$

$$V = -2p,$$

позволяющие выразить все физические характеристики солитона через два параметра:  $p$  и  $l_0$ .

Комплексный параметр  $\mu = -\rho + i\theta$ ;  $\rho > 0$ ,  $-\pi/2 \leq \theta \leq \pi/2$ . Наиболее удобны для наблюдения неподвижные солитоны. Солитон (7) неподвижен в двух случаях:  $\theta = 0$  и  $\theta = \pm\pi/2$ . Случай  $\theta = \pm\pi/2$  следует считать выделенным. В центре солитона намагниченность не прецессирует и направлена в точности вдоль оси  $-\mathbf{n} = (0, 0, -1)$ . При этом фазы вращения намагниченности левее и правее центра различаются на  $\pi$  [1, 2]. Это обстоятельство затрудняет его возбуждение.

При  $\theta = 0$  решение (7) принимает вид:

$$S_1 - iS_2 = -\frac{2is_\rho c_y}{s_\rho^2 + c_y^2} \exp(i\varphi),$$

$$S_3 = 1 - \frac{2s_\rho^2}{s_\rho^2 + c_y^2};$$

$$y = -\frac{s_\rho}{c_\rho}(x - x_0),$$

$$\varphi = -\varphi_0 + (t - t_0)c_\rho^{-2}. \quad (8)$$

На всей протяженности солитона (8) фаза вращения намагниченности одна и та же. Компонента намагниченности  $S_3$  в центре солитона не достигает предельных значений  $\pm 1$ :  $S_3(y=0) = 1 - 2\operatorname{th}^2 \rho$  (см. рис. 1).

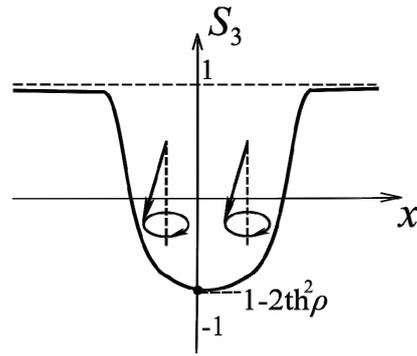


Рис. 1. Компонента  $S_3$  и характер прецессии вектора  $S$  для неподвижного солитона (8)

Солитон (8) наиболее естественен: его проще всего возбудить в численном эксперименте.

Условие возбуждения неподвижного солитона. Формализм обратной задачи рассеяния позволяет получить условие возбуждения солитона (8). Зададим начальное возмущение в виде ступенчатого распределения намагниченности:

$$\mathbf{S}(x, t = 0) = (0, 0, 1) \text{ при } x < x_0,$$

$$\mathbf{S}(x, t = 0) = (\sin \gamma \cos \varphi_0, \sin \gamma \sin \varphi_0, \cos \gamma)$$

$$\text{при } x_0 < x < x_1, \quad (9)$$

$$\mathbf{S}(x, t = 0) = (0, 0, 1) \text{ при } x > x_1.$$

Подобное распределение можно задать кратковременным включением внешнего магнитного поля вдоль направления  $-\mathbf{n}_0$ ,

$$\mathbf{n}_0 = (\sin \gamma \cos \varphi_0, \sin \gamma \sin \varphi_0, \cos \gamma).$$

Параметр  $\gamma = \text{const}$  задает амплитуду намагниченности в перемагнитенной области шириной  $x_1 - x_0 = d$ .

Следуя той же схеме, что и в работах [3–5], запишем решение первого уравнения (3), соответствующее распределению намагниченности (9). Оно имеет вид

$$\Psi(x, t = 0) = \Psi_0(x, t = 0) \text{ при } x < x_0,$$

$$\Psi(x, t = 0) = U \exp\left(\frac{\xi}{2} \sigma_3\right) C_1$$

$$\text{при } x_0 < x < x_1,$$

$$\Psi(x, t = 0) = \Psi_0(x, t = 0) C_2 \text{ при } x > x_1,$$

где

$$U = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} + \frac{thu \cos \gamma}{2\xi} & \frac{i \sin \gamma}{(\xi + thu \cos \gamma) chu} \exp(-i\varphi_0) \\ -\frac{i \sin \gamma}{2\xi chu} \exp(i\varphi_0) & 1 \end{pmatrix},$$

$$\xi = \sqrt{\cos^2 \gamma - \text{ch}^{-2}u}, \det U = 1.$$

Постоянные матрицы  $C_1, C_2$  находятся из условия непрерывности функции  $\Psi(x, t = 0)$  в точках  $x = x_{1,2}$ .

Начальное возмущение (9) распадается на солитоны, только если элемент  $\bar{a}(u)$  матрицы перехода (6) имеет нули в области своей аналитичности. В этом случае матрица  $T(u)$  не зависит от времени [2]. Потому, согласно (6), имеем:

$$T(u) = C_2 = [\Psi_2^{(0)}(x_1, t = 0)]^{-1} U \exp\left(\frac{\xi d}{2} \sigma_3\right) U^{-1} \Psi_1^{(0)}(x_0, t = 0). \quad (10)$$

Из (10) следует, что требование обращения в нуль функции  $\bar{a}(u)$  сводится к трансцендентному уравнению

$$\xi \text{cth}\left(\frac{\xi d}{2}\right) - thu \cos \gamma = 0. \quad (11)$$

Значения  $d, \gamma$ , при которых уравнение (11) имеет вещественный корень  $u = -\rho$ ,  $\rho > 0$ , соответствуют условиям формирования неподвижного солитона (8). Величина  $\rho$  определяет физические характеристики такого солитона – его ширину, частоту пульсаций и отклонение намагниченности в его центре от равновесного значения  $(0, 0, 1)$ . Выражение (11) дает качественную оценку зависимости  $\rho$  от параметров начального возмущения, близкую к результатам численного эксперимента.

Связь характеристик солитона с параметрами начального возмущения. Будем понимать под высотой начального импульса (9)  $h$  отклонение компоненты  $S_3 = \cos \gamma$  от равновесного значения +1:

$$0 < h = 1 - \cos \gamma \leq 2.$$

На рис. 2, рис 3 приведены численные и аналитические зависимости  $\rho(h, d)$ . Жирные точки на рис. соответствуют данным численного эксперимента, сплошные линии построены по формуле (11).

Результаты численного счета говорят о том, что с изменением ширины  $d$  начального импульса при его фиксированной высоте  $h$  солитон (8) рождается из распределения (9) пороговым образом. Локализованное возмущение малой ширины не порождает солитона: при  $0 < d \leq 4$  начальный им-

пульс (8) произвольной высоты расплывается на диспергирующие спиновые волны. С ростом ширины возмущения (в интервале значений  $4 \leq d \leq 12$ ) из начального импульса (9) формируется неподвижный солитон (8) с центром в его середине. Высота такого импульса  $0 < h \leq 1.4$  может быть сколь угодно малой: в пределах погрешности счета не удалось обнаружить ее минимальное значение.

Изображенная на рис. 2 зависимость  $\rho$  от высоты  $0 \leq h \leq 1.4$  начального возмущения при его фиксированной ширине  $4 \leq d \leq 15$  почти линейна. При фиксированной высоте  $h$  величина  $\rho$  монотонно возрастает с ростом ширины начальной ступеньки, меняясь в пределах:

$$0 \leq \rho \leq 2.1.$$

Задание начального импульса небольшой высоты ( $0 \leq h \leq 1$ ) и значительной ширины ( $d \geq 12$ ) ведет к интересному результату. Тогда возмущение (9) сначала сужается до значения  $d \propto 12$ , сбрасывая излишек энергии в виде диспергирующих волн, а затем из него также формируется неподвижный солитон (8). В соответствии с этим, при больших  $d \geq 12$  зависимость

$$\rho(d = \text{const}, 0 \leq h \leq 0.9)$$

на рис. 3 становится пологой.

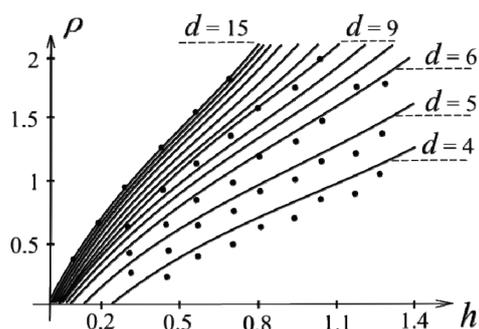


Рис. 2. Зависимость  $\rho$  ( $d = \text{const}$ ,  $0 < h < 1.4$ ) при значениях  $d = 4, 5, 6, \dots, 15$

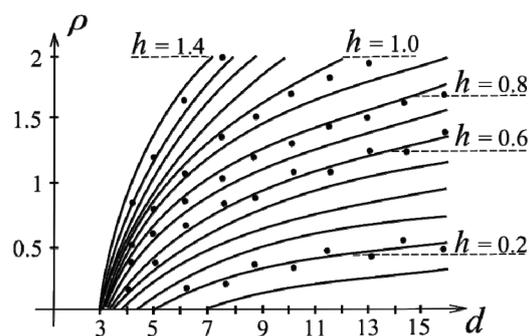


Рис. 3. Зависимость  $\rho$  ( $d = \text{const}$ ,  $0 \leq h \leq 1.4$ ) при значениях  $h = 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1.4$

### Заключение

Численное моделирование показывает, что при условии  $4 \leq d \leq 12$  значение  $h \approx 1.4$  ( $\gamma \approx 0.63\pi$ ) является порогом, по превышении которого (при  $1.4 \leq h \leq 2$ ) начальное возмущение (9) порождает два одинаковых солитона (7), движущихся в противоположных направлениях. С дальнейшим увеличением ширины импульса  $d$  значение его высоты  $h$ , необходимое для формирования двух солитонных состояний, несколько снижается: так при  $d \geq 14$  два солитона формируются из начального возмущения высотой  $1 \leq h \leq 2$ , что соответствует значениям  $\pi/2 < \gamma < \pi$ .

Уравнение (11) не позволяет установить пороговое значение  $h$ , при котором рождаются два солитона (7). Вместе с тем, рис. 2, 3 убеждают нас, что полученная оценка (11) зависимости параметра  $\rho$  солитона (8) от высоты и ширины начального импульса находится в хорошем согласии с численным экспериментом и может быть использована для генерации неподвижных солитонов с требуемыми характеристиками.

В заключение заметим, что при формировании прецессирующих солитонов в легкоосном ферромагнетике энергия началь-

ного возмущения (9) перераспределяется между компонентами намагниченности. Это приводит к тому, что ни ширина  $d$ , ни проекция  $S_3 = \cos \gamma$  начального возмущения в области  $x_0 < x < x_1$  не совпадают с таковыми у результирующего солитона.

*Авторы выражают благодарность В.В. Киселеву за обсуждение результатов работы и полезные замечания.*

*Работа выполнена в рамках проекта УрО РАН №15–8–2–7 «Локализованные структуры, солитоны и их возбуждение в конденсированных средах».*

### Список литературы

1. Косевич А.М., Иванов Б.А., Ковалев А.С. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. – Киев: Наукова Думка, 1983. – 189 с.
2. Борисов А.Б., Киселев В.В. Квазиодномерные магнитные солитоны. – М.: Физматлит, 2014. – 520 с.
3. Киселев В.В., Расковалов А.А. Солитоны электрической поляризации в мультиферроиках // ЖЭТФ. – 2016. – Т. 149, № 6. – С. 1260–1269.
4. Киселев В.В., Расковалов А.А. Солитоны электрической поляризации в мультиферроиках // ФТТ. – 2016. – Т. 58, № 3. – С. 485–489.
5. Kiselev V.V., Raskovalov A.A. Solitons and nonlinear waves in the spiral magnetic structures // Chaos, Solitons&Fractals. – 2016. – V. 84. – P. 88–103.

УДК 616.1/9-051

**СОМАТИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ.  
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ****Алпысова А.Р., Суббота Ю.В.***РГП на ПХВ «Карагандинский государственный медицинский университет», Караганда,  
e-mail: ayahome@mail.ru*

В данной статье отображен обзор литературных данных о возможных причинах развития соматических заболеваний у медицинских работников как врачебного, так и среднего медицинского персонала. Представлены патологические состояния из «чикагской семерки», такие как: артериальная гипертония, язва желудка и 12-перстной кишки, неспецифический язвенный колит, бронхиальная астма, тиреотоксикоз, ревматоидный артрит, нейродермит с псориазом. В статье приведены исследования, подтверждающие нейрогенный фактор развития данных состояний, а также данные о распространенности некоторых профессиональных заболеваний, наблюдающихся среди медицинских работников практического здравоохранения, в связи с воздействием на них физических, химических, биологических, а также стрессовых факторов, которые могут провоцировать обострения уже имеющейся различной соматической патологии или являться предпосылками для их развития.

**Ключевые слова:** соматические заболевания, психоэмоциональное напряжение, психические факторы, медицинские работники, заболеваемость

**MEDICAL WORKER'S SOMATIC DISEASES. REVIEW****Alpysova A.R., Subbota Y.V.***Karaganda State Medical University, Karaganda, e-mail: ayahome@mail.ru*

This article reflects an overview of literature data on the possible causes of somatic diseases, in particular, among medical workers, both medical and paramedical personnel. Pathological states from the «Chicago Seven» are presented, such as: arterial hypertension, stomach ulcer and 12 duodenal ulcer, nonspecific ulcerative colitis, bronchial asthma, thyrotoxicosis, rheumatoid arthritis, neurodermatitis with psoriasis. The article presents studies confirming the neurogenic factor of development of these conditions, as well as data on the prevalence of some occupational diseases observed among workers in practical public health due to the impact on them of physical, chemical, biological, and neurogenic factors that can provoke exacerbations of the already existing various somatic pathologies or to be prerequisites for their development.

**Keywords:** somatic diseases, psychoemotional stress, mental factors, medical workers, morbidity

В течение последних десятилетий в развитии органических и функциональных расстройств все более актуальной становится взаимосвязь психогенных факторов с соматическими заболеваниями [1, 3, 5].

Труд, связанный с интеллектуальной работой, в частности, труд медицинских работников, чаще сопровождается еще и большими физическими нагрузками, в то же время требует повышенного внимания к объёму оперативной и долговременной памяти, вниманию, выносливости, длительному сохранению работоспособности. Все это, в свою очередь, предъявляет большие требования к личностным качествам врача, которые позволяют ему контактировать с пациентами на протяжении всего профессионального стажа с необходимым уровнем профессионализма и сострадания [2, 3, 4, 7].

Влияние определенных неблагоприятных условий труда на врачебный и средний медицинский персонал, а именно, нервно-психическое перенапряжение, которое обусловлено информационными, эмоциональными, интеллектуальными перегрузками, стрессовыми ситуациями, может привести к учащению и отягощению соматической

патологии, уменьшению продолжительности жизни, увеличению смертности, раннему старению [2, 3, 4].

Большая часть авторов трактует термин «психосоматические расстройства» как нарушение функций внутренних органов и систем, пусковым механизмом для возникновения и развития которых являются нервно-психические факторы, наличие острой или хронической психотравмы, а также индивидуальные особенности эмоционального реагирования личности. В современном представлении медицины и медицинской психологии одним из важных моментов является взаимосвязь самочувствия человека с его психическим, а именно, эмоциональным состоянием [1, 5, 6, 7].

В случае ведущего значения психологического фактора в развитии определенных заболеваний в рамках полифакторной модели болезни применим термин «психосоматический» [3, 5, 6, 7].

Изучение здоровья медицинских работников, проведенное рядом исследователей, свидетельствует об их высокой заболеваемости при воздействии психоэмоциональных стрессов [8, 10, 18, 20, 21, 22, 23, 24].

Наиболее распространенными считаются психосоматические заболевания сердечно-сосудистой системы и болезни желудочно-кишечного тракта [18, 21, 23, 28, 29].

Выделенная Александером еще в 30-е годы XX века группа «классических психосоматических заболеваний», известная под названием «чикагская семерка», включала в себя: артериальную гипертонию (АГ), язву желудка и 12-перстной кишки (ЯБЖ и ЯБДПК), неспецифический язвенный колит (НЯК), бронхиальную астму (БА), тиреотоксикоз, ревматоидный артрит (РА), нейродермит, псориаз. Однако, на современном этапе развития медицины этот список значительно расширился, включая в себя сахарный диабет, сексуальные расстройства, онкологические заболевания [4, 5, 6, 7]. Помимо «золотой семерки», существуют еще псевдоневрологические нарушения: психогенные головные боли, головокружения, псевдоррадикулит, нарушение сердечно-сосудистой деятельности, стенокардия, психогенные кожные реакции, сексуальные и урологические нарушения и т. д. [4, 6, 7].

По мнению ряда авторов, именно АГ является одним из основных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений [8, 9, 10]. Чрезмерное повышение АД в ответ на стресс установлено у 25 % лиц [10, 11, 12].

Ключевым звеном в патогенезе развития ЯБЖ и ЯБДПК являются сложные изменения нервных, гипоталамо-гипофизарных, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковых и местных гастродуоденальных процессов, которые ведут к изменению трофических процессов в слизистой оболочке желудка и двенадцатиперстной кишки [13, 14, 5].

Немаловажное значение в развитии ЯБЖ имеет патогенная функция вегетативной нервной системы, а также «вышедшая» из-под контроля высшая нервно-психическая деятельность [13, 14, 15].

Основными звеньями патогенеза развития НЯК на современном этапе считаются изменения состава кишечной микрофлоры, иммунологической реактивности, а также воздействие нейрогенных факторов. В качестве триггеров воспалительных заболеваний кишечника за последние несколько десятилетий стали рассматривать психосоматические факторы [1, 14, 15].

Многочисленные литературные данные о ряде экспериментальных исследований подтверждают ведущую роль нервно-психических факторов в развитии патологических процессов при БА [16, 17, 18, 19, 29].

Влияние нейрогенных факторов в механизме развития тиреотоксикозов было доказано еще в 80-х годах прошлого века, когда

С.П. Боткин указал на зависимость течения заболевания от психологического состояния пациента: «Горе, различного рода потери, испуг, гнев, страх неоднократно были причиной развития – и иногда крайне быстрого, в течение нескольких часов – самых тяжелых и характерных симптомов базедовой болезни». Перенесенная психическая травма может стать причиной развития тиреотоксикоза, о чем свидетельствует многолетний клинический опыт [6, 20, 21].

По результатам некоторых исследований [21, 22, 23, 24], такое заболевание, как РА, также может возникнуть на фоне сильнейшего эмоционального потрясения. Пациенты с подтвержденным диагнозом РА отмечали в анамнезе развитие данной патологии после перенесенного психоэмоционального перенапряжения (смерти близкого, развода или иного фактора).

По роду своей деятельности на врача, а также на среднего медицинского работника действует не только высокое психоэмоциональное напряжение, но и комплекс факторов физической, химической, биологической природы [23, 24, 25, 29]. Помимо этого, медики подвержены также и профессиональным заболеваниям, таким как: инфекционный гепатит, туберкулез, ВИЧ.

Около 18% всех проблем со здоровьем работающего населения в сфере медицины приходится на стресс, депрессию и беспокойство [2, 3, 4, 6]. Наиболее распространенными патологиями среди медицинских работников являются синдром хронической усталости и профессионального выгорания, которые они сами связывают с необходимостью постоянной эмоциональной отдачи при работе с больными людьми, то есть с социальной сущностью профессии врача [2, 3, 7].

По результатам некоторых исследований чаще болеют хирурги, организаторы здравоохранения, врачи скорой помощи, стоматологи и терапевты [2, 4, 5, 7].

Воздействие неблагоприятных производственных факторов является особенностью условий труда работников скорой медицинской помощи (СМП). К ним можно отнести нервно-эмоциональное напряжение, воздействие инфекционных агентов, работа в условиях повышенных, пониженных температур и влажности окружающей среды, криминальной и социально неблагоприятной обстановке, ставящих под угрозу их здоровье [1, 2, 4, 8, 11]. Так, вредными факторами работы медицинских сотрудников скорой помощи считаются: круглосуточный рабочий день, работа в условиях риска, высокий уровень ответственности за пациента, выполнение срочной работы при дефиците времени, дискомфортный

микроклимат (холодный салон автомобиля, недостаточная освещенность и др.).

Перечисленные факторы могут спровоцировать развитие соматических заболеваний или обострить наличие уже имеющейся патологии. Доказательством этиологического фактора психосоматических заболеваний является тот факт, что на сегодняшний день их лечение все еще не является достаточно эффективным и они отличаются хроническим течением и в некоторых случаях длятся десятилетиями [3, 5, 7, 11].

Медицинские работники, относящиеся к первому классу профессионального риска, занимают лидирующее положение по профессиональным заболеваниям, таким как: заболевания от воздействия биологических, физических факторов, заболевания токсико-химической этиологии, профессиональные аллергии, от перенапряжения отдельных органов и систем организма, профессиональные новообразования [26, 27].

В структуре заболеваемости медицинских работников по данным некоторых исследований [28, 29], ведущие позиции занимают патологии дыхательной, пищеварительной, сердечно-сосудистой системы [26, 27, 28]; а наибольшие показатели заболеваемости встречаются среди врачей диагностических и терапевтических отделений, что обусловлено условиями их труда. Альтернативно, показатели заболеваемости среди врачей хирургического профиля оказались наименьшими [28, 29].

Таким образом, обзор литературы, охватывающий исследования по выявлению соматических заболеваний у медицинских работников, позволил установить вероятные факторы, воздействующие на здоровье работников здравоохранения, в том числе, роль психоэмоционального перенапряжения. Рассмотрены патологические состояния из «чикагской семерки», в развитии которых немаловажную роль играет стрессовый фактор, а также приведены исследования, подтверждающие высокий уровень заболеваемости специалистов медицинских учреждений, в результате воздействия на них вредных условий труда.

#### Список литературы

1. Козлова И.В., Мясина Ю.Н., Пекарева Л.И. Психологические особенности пациентов с функциональными и воспалительными заболеваниями кишечника // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – № 1 / том 10. – С.80–85.
2. Галимов А.В. Стресс на работе у врачей-хирургов и его профилактика: дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 156 с.
3. Кайбышев В.Т. Стратегия и принципы управления психосоциальными факторами профессионального риска врачей: дис. ... док. мед. наук. – Уфа, 2007. – 313 с.
4. Артемьева Н.Н. Комплексная характеристика состояния здоровья среднего медицинского персонала скорой медицинской помощи: дис. ... канд. мед. наук. – М., 2011. – 165 с.
5. Фролова Ю.Г. Психосоматика и психология здоровья: учеб. пособ., перераб. и доп. – Мн.: ЕГУ, 2013. – 172 с.

6. Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Психология: учеб. для студ. высш. пед. учеб. завед.: 2-е изд. – М.: Стереотип, 1998. – 512 с.

7. Соловьева С.Л. Психологическое консультирование: справочник практического психолога. – М.: ЛитРес, 2014. – 580 с.

8. Кравцова Т.Ю., Щекотов В.В., Алеева Н.Г. Суточное мониторирование ЭКГ, артериального давления и психовегетативные расстройства в острый период язвенного гастродуоденального кровотечения при гипертонической болезни // Клиническая медицина. – 2009. – № 5. – С. 47–52.

9. Оленко Е.С., Кирпичук В.Ф., Сачков С.В. Психфизиологические характеристики больных артериальной гипертонией, находящихся в различных социальных условиях // Клиническая медицина. – 2009. – № 3. – С. 38–53.

10. Everson S.A., Lynch J.W., Kaplan G.A. et al. Stress-induced blood pressure reactivity and incident stroke in middle-aged men // Stroke. – 2001. – Vol. 32. – P. 1263–1265.

11. Фролов В.Э., Медведев В.Э., Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика // XXII всемирный конгресс по психосоматической медицине. – 2013. – № 4. – С. 94–97.

12. Matthews K.A., Gump B.B. Chronic work stress and marital dissolution increase risk of posttrial mortality in men from the multiple risk factor intervention trial // Arch. Intern. Med. – 2002. – Vol. 162. – P. 309–315.

13. Колотилова М.Л., Иванов Л.Н. Нейрогенно-генетическая теория этиологии и патогенеза язвенной болезни // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2014. – № 7–8 / том 69. – С. 11.

14. Старостина Е.Г. Особенности диагностики и лечения психосоматических расстройств в работе врача общей практики // Альманах клинической медицины. – 2004. – № 7. – С. 239–249.

15. Абдулхаков С.Р., Абдулхаков Р.А. Неспецифический язвенный колит: современные подходы к диагностике и лечению // Вестник современной клинической медицины. – 2009. – № 1, Т. 2. – С. 32–41.

16. Боговин Л.В. Психосоматические взаимодействия у больных бронхиальной астмой (обзор литературы) // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2010. – № 37. – С. 65–71.

17. Намазова Л.С., Огородова Л.М., Геппе Н.А. и др. Бронхиальная астма // Педиатрическая фармакология. – 2006. – № 2, Т. 3. – С. 13–25.

18. Волкова О.В. Нейродистрофический процесс. – М.: Медицина, 1978. – 256 с.

19. Коган Э.М., Островерхов Г.Е. Нервные дистрофии легких. – М.: Медицина, 1971. – 320 с.

20. Tunbridge W.M.G., Evered D.C., Hall R., et al. The spectrum of thyroid disease in a community; the Wickham survey. Clin Endocrinol 2007; 7:481.

21. Антонова К.В. Тиреотоксикоз. Изменения психики. Возможности лечения // РМЖ. – 2006. – №13. – С. 951.

22. Балабанова Р.М., Эрдес Ш.Ф. Распространенность ревматических заболеваний в России в 2012–2013 гг. // Научно-практическая ревматология. – 2015. – № 53(2). – С. 120–124.

23. Олониин Ю.А., Никишина Н.Ю. Ревматоидный артрит. Современные алгоритмы лечения // РМЖ. – 2016. – № 26. – С. 1765–1771.

24. Зинчук И.Ю., Амирджанова В.Н. Социальное бремя ревматоидного артрита // Научно-практическая ревматология. – 2014. – № 52(3). – С. 331–335.

25. Васюкова Г.Ф. Клинические особенности профессиональных заболеваний внутренних органов у медицинских работников: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Самара, 2005. – 24 с.

26. Косарев В.В., Бабанов С.А. Профессиональная заболеваемость медицинских работников // Медицинский альманах. – 2010. – № 3. – С. 18–21.

27. Бектасова М.В., Капцов В.А., Шепарев А.А. Заболеваемость медицинских работников Приморского края // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 32–35.

28. Максимов И.Л. Состояние здоровья врачей многопрофильной больницы // Здравоохранение РФ. – 2003. – №3. – С. 38–39.

29. Ботова О.П. Распространенность вирусных гепатитов В и С среди медицинских работников и больных неинфекционного стационара по результатам определения маркеров в сыворотках крови // Медицина и экология. – 2014. – № 3 (72). – С. 11–14.

УДК 616.34-008.314.4-053.2

**РОЛЬ ЭНТЕРОЛА (SACCHAROMYCES BOULARDII) В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ АНТИБИОТИКОАССОЦИИРОВАННОЙ ДИАРЕИ У ДЕТЕЙ****Бегайдарова Р.Х., Стариков Ю.Г., Алшынбекова Г.К., Дюсембаева А.Е.,  
Девдариани Х.Г.***Карагандинский государственный медицинский университет, Караганда,  
e-mail: r.h.begaidarova@mail.ru*

Среди разнообразия этиологических факторов ААД наибольшее значение придается *C. difficile* – грам-положительной аэробной спорообразующей бактерии, обладающей устойчивостью к большинству антибиотиков. Хорошим эффектом в профилактике ААД обладают пробиотики, причем наиболее удачными по соотношению эффективности является Энтерол (*saccharomyces boulardii*) – пробиотик № 1 в мире. Всего обследовано 120 детей с кишечными инфекциями, из них детей до 6 месяцев было 20 (16,7%); с 6 месяцев до 1 года – 60 (50,0%) и старше года – 40 (33,3%). Синдром гастроэнтерита был у 14 (11,6%), у 72 (60,0%) – синдром гастроэнтероколита, у 30 (25,0%) – энтероколит. С целью выбора оптимальной схемы лечения и оценки её клинической эффективности Энтерол (*saccharomyces boulardii*) назначали детям до года по 1 пакетике 1 раз в день, а старше года по 1 пакетике 1–2 раза в день. Курс лечения составил 5 дней. Использование Энтерола (*saccharomyces boulardii*) оказало положительное влияние на длительность основных клинических симптомов при диарейном синдроме. Использование Энтерола (*saccharomyces boulardii*) в возрастных дозировках в течение 5 дней предупреждает развитие антибиотикоассоциированных диарей у детей.

**Ключевые слова:** дети, антибиотикоассоциированная диарея, клостридия дефициле, Энтерол**THE ROLE OF ENTEROL (SACCHAROMYCES BOULARDII) IN PREVENTION AND TREATMENT OF ANTIBIOTIC-ASSOCIATED DIARRHEA IN CHILDREN****Begaydarova R.H., Starikov Y.G., Alshynbekova G.K., Dyusembaeva A.E.,  
Devdariani H.G.***Karaganda State Medical University, Karaganda, e-mail: r.h.begaidarova@mail.ru*

*C. difficile* is of the greatest importance among the etiological factors of antibiotic-associated diarrhea (AAD). It is a gram-positive aerobic spore-forming bacteria, which resistant to most antibiotics. Probiotics have a good effect in the prevention of AAD, and Enterol (*saccharomyces boulardii*) is probiotic No. 1 in the world because it is the most successful in the ratio of effectiveness. Total 120 children were examined with intestinal infections, children under 6 months of age were 20 (16,7%); from 6 months to 1 year – 60 (50,0%) and over the 1 year – 40 (33,3%). The syndrome of gastroenteritis was in 14 children (11,6%), the gastroenterocolitis syndrome was in 72 children (60,0%), the enterocolitis was in 30 (25,0%). Enterol (*Saccharomyces boulardii*) was prescribed to children up to one year 1 packet 1 time per day, and over one year 1 packet per day 1–2 times a day in order to select the optimal treatment regimen and evaluate the clinical effectiveness. The course of treatment was 5 days. The use of Enterol (*saccharomyces boulardii*) had a positive effect on the duration of the main clinical symptoms in diarrheal syndrome. The use of Enterol (*saccharomyces boulardii*) at age dosages for 5 days prevents the development of antibiotic-associated diarrhea in children.

**Keywords:** children, antibiotic-associated diarrhea, *C. difficile*, Enterol

Антибиотикоассоциированная диарея (ААД) – это диарея, которая развивается на фоне приема антибиотиков или когда не выявлено иных причин, проявляющаяся от легкой самокупирующейся диареи до псевдомембранозного воспаления кишечника.

По приведенным данным ряда авторов возникновение симптомов антибиотико-ассоциированной диареи как во время лечения антибиотиками, так и после лечения в течение 2 месяцев, отмечено у 5 – 62 % пациентов [1–4]. У детей, которые получали антибактериальную терапию широкого спектра действия, диарейный синдром встречался более 11%, а в некоторых случаях 42%, [1,4–6]. Наиболее частой причиной развития кишечного дисбактериоза у детей может быть применение антибиотиков, вследствие которого может возникнуть антибиотикоас-

социированная диарея, что можно связать с отрицательным воздействием продуктов жизнедеятельности *Clostridium difficile* [7].

Показатели числа распространенности антибиотикоассоциированных диарей у детей в научной литературе представлены весьма скудно, что не позволяет оценить данную проблему. Анализ научной литературы показал, что распространенность ААД у детей в разных странах варьируется от 6,2 до 80% и связана с приемом амоксициллина/клавуланата. Риск развития ААД увеличивается у детей в младшем возрасте [7].

Именно поэтому очевидна необходимость постоянного совершенствования представлений врачей разного профиля о роли нормальной микробиоты, этиологических факторах, приводящих к ее патологическим изменениям, подходах к коррекции дисбиотических расстройств.

В клинических исследованиях было доказано профилактическое действие ряда пробиотиков (*Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus GG*, *Lactobacillus acidophilus*, *Saccharomyces boulardii*) для предупреждения развития антибиотикоассоциированной диареи [7].

Проведенный мета-анализ демонстрирует снижение риска ААД на 53% благодаря применению *S. boulardii*. Это установлено у детей и взрослых пациентов. Во включенный в обзор исследования не было установлено побочных эффектов, обусловленных приемом *S. boulardii*. Тем не менее, использование пробиотиков нельзя считать полностью лишенным риска у специфических групп пациентов (при иммунодефиците и тяжелых системных заболеваниях) [8].

Применение *Saccharomyces boulardii* в исследованиях, включавших 1117 детей, продемонстрировало снижение риска диареи длительностью более 4 дней, уменьшение длительности диареи в среднем на 1 день, снижение риска диареи на третий день, уменьшение длительности госпитализации [9, 10].

В одной из последних рекомендаций по пробиотикам в 2015 году в журнале (*Journal Clinical Gastroenterology*) опубликованы рекомендации группы по изучению пробиотиков Йельского Университета (Йель/Гарвард) по использованию пробиотиков. Именно *Saccharomyces boulardii* имеет высочайший уровень рекомендаций и для профилактики, и для лечения нарушения работы кишечника. При этом установлено: профилактика развития осложнений от антибактериальной терапии для *Saccharomyces boulardii*, лечение диареи *Saccharomyces boulardii* – уровень доказательств А.

Цель исследования: провести оценку клинической эффективности пробиотика Энтерол (*saccharomyces boulardii*) у больных детей с кишечными инфекциями.

### Материалы и методы исследования

Всего обследовано 120 детей с кишечными инфекциями, из них детей до 6 месяцев было 20 (16,7%); с 6 месяцев до 1 года – 60 (50,0%), старше года – 40 (33,3%), которые находились в Областной инфекционной больнице (ОИБ) города Караганды.

Дополнительное лабораторное обследование детей проведено с использованием следующих методов: общеклинических (общий анализ крови, мочи, копрограмма), биохимических (электролиты, общий белок и белковые фракции), посева фекалий на патогенную флору, проведение иммуноферментного анализа (ИФА) для обнаружения антигена ротавируса в фекалиях.

Диагноз "кишечная инфекция" у всех больных детей был подтвержден бактериологически. Была выделена копрокультура *Ps. Aerogenosa* у 1(0,8%), *Salmonella Enteritidis* – 2(1,7%), *Proteus Vulgaris* – 3(2,5%), *Enterobacter cloacae* – 7(5,8%), *Citrobacter diversus* – 7(5,8%), *Klebsiella pneumoniae* – 8(6,7%), *Morganella Morganii* – 9(7,5%), *Proteus Mirabilis* – 10 (8,3%), *Citrobacter former* – 12 (10%), ОКИ неуточненной этиологии у 61(50,8%). Обнаружение антигена ротавируса в фекалиях было у 12 (10%) исследуемых больных.

Синдром гастроэнтерита был у 14 (11,6%), у 72 (60,0%) – синдром гастроэнтероколита, у 30 (25,0%) – энтероколит. Признаки дегидратации не были выражены у 39 (32,5%) наблюдаемых детей. Эскикоз I степени был у 78(65,0%) больных, II степени у 3 (2,5%).

Патогенетически обусловленная базисная терапия включала в себя инфузионную терапию глюкозо-солевыми растворами. Жидкость назначалась с регидратационной целью и рассчитывалась в объеме физиологической потребности и патологических потерь.

С целью выбора оптимальной схемы лечения и оценки её клинической эффективности Энтерол (*saccharomyces boulardii*) назначали детям до года по 1 пакетику 1 раз в день, а старше года по 1 пакетику 1–2 раза в день. Курс лечения составил 5 дней.

У наблюдаемых больных в динамике оценивали выраженность и длительность основных клинических симптомов заболевания, таких как: интоксикация, температурная реакция, рвота, диарейный синдром.

Статистическая обработка результатов исследования. Статистический анализ проводился с использованием пакета STATISTICA.

N-количество больных, р%-проценты, t-критерий Стюдента, p-level- статистическая значимость 95%ДИ – от и до проценты в пределах 95%ДИ.

Если р меньше ( $\leq 0,05$ ), то полученные изменения статистически значимы, если больше ( $\geq 0,05$ ), то полученные изменения статистически незначимы.

### Результаты исследования и их обсуждение

При поступлении в стационар у всех исследуемых больных детей был выражен общеинфекционный синдром в виде лихорадки, интоксикации, снижения аппетита, сонливости, вялости, гиподинамии. Диспепсический синдром выражался рвотой, метеоризмом, урчанием живота, жидким стулом. Однако частота встречаемости клинических симптомов была неоднозначна. Аппетит отсутствовал или был снижен у 116 (96,7%), сохранен только у 4 (3,3%), жажда была выраженной у 81 (67,5%), отсутствовала у 39 (32,5%), рвота повторная или после каждого приема питья и пищи наблюдалась у 52 (43,3%), рвота не наблюдалась у 68 (56,7%) больных.

В табл. 1 представлены результаты клинических симптомов у исследуемых больных при поступлении в стационар.

Таблица 1

Характеристика клинических симптомов  
у исследуемых больных до лечения

Клинические симптомы	До лечения			
	N	P%	95 % ДИ	95 % ДИ
Аппетит				
Отсутствует Или снижен	116	96,7	93,5	99,9
Сохранен	4	3,3	0,1	6,5
Жажда				
Выраженная	81	67,5	59,1	75,9
Отсутствует	39	32,5	24,1	40,9
Рвота				
Повторная или после каждого приема питья и пищи	52	43,3	34,5	52,2
Отсутствует	68	56,7	47,8	65,5
Глазные яблоки				
Запавшие глаза	81	67,5	59,1	75,9
Незапавшие	39	32,5	24,1	40,9
Кожная складка				
Расправляется немедленно	39	32,5	24,1	40,9
Менее 2 сек	78	65,0	56,5	73,5
Более 2 сек	3	2,5	0,0	5,3
Видимые слизистые				
Суховатые	81	67,5	59,1	75,9
Влажные	39	32,5	24,1	40,9
Язык				
Суховат, слюна вязковатая	81	67,5	59,1	75,9
Влажный	39	32,5	24,1	40,9
Живот при пальпации				
Вздут и болезнен	112	93,3	88,9	97,8
Мягкий и безболезнен	8	6,7	2,2	11,1
Характер стула				
Разжиженный стул с патологическими примесями	109	90,8	85,7	96,0
Кашицеобразный без патологических примесей	11	9,2	4,0	14,3

Одними из проявлений синдрома дегидратации были запавшие глазные яблоки у 81 (67,5%), состояние кожной складки, которая расправлялась немедленно у 39 (32,5%), менее 2 секунд у 78 (65,0%), более 2 секунд у 3 (2,5%).

Видимые слизистые были суховаты у 81 (67,5%), влажные – у 39 (32,5%), язык суховат, слюна вязкая у 81 (67,5%), влажные – у 39 (32,5%). Живот при пальпации вздут и болезнен у 112 (93,3%), мягкий и безболезнен у 8 (6,7%), разжижен-

ный стул с патологическими примесями у 109 (90,8%), кашицеобразный без патологических примесей у 11 (9,2%).

Интерпретация общего анализа крови выявила воспалительные изменения у 115 (95,8%) больных детей. В копроскопии слизь выявлена у 120 (100%), лейкоциты до 20 в поле зрения у 56 (46,7%), больше 20 у 64 (53,3%), что указывает на инвазивный характер диарейного синдрома у исследуемых пациентов. Данные представлены в табл. 2.

**Таблица 2**

Характеристика дополнительных лабораторных данных у исследуемых больных до лечения

Общий анализ крови				
Воспалительные изменения	115	95,8	92,3	99,4
Нет воспалительных изменений	5	4,2	0,6	7,7
Копроскопия				
Слизь	120	100,0	100,0	100,0
Лейкоциты до 20 в поле/зрения	56	46,7	37,7	55,6
Больше 20 в поле/зрения	64	53,3	44,4	62,3

Согласно результатам исследования после проведенного лечения было показано, что только у 1 (08%) из 120 детей аппетит был снижен, у 119 (99,2%) полностью восстановился.

Симптомы токсикоза и обезвоживания полностью купировались у всех 120 обследуемых детей (рвота, жажда, запавшие глазные яблоки, кожная складка, видимые слизистые, язык). Разжиженный стул с патологически-

ми примесями наблюдался только у 2 (1,7%) больных. К окончанию лечения эти неблагоприятные явления у детей исчезли.

Вздутие живота в виде метеоризма было до лечения у 112 (93,3%) больных детей, а после лечения живот был мягкий, безболезненный у всех наблюдаемых детей. В табл. 3 представлены результаты клинических симптомов у исследуемых больных после проведенного лечения.

**Таблица 3**

Динамика клинических симптомов у исследуемых больных после лечения

Клинические симптомы	После лечения					t	p-level
	n	p%	m2	95%ДИ	95%ДИ		
Аппетит							
Отсутствует или снижен	1	0,8	0,7	0,0	2,5	52,174	0,000
Сохранен	119	99,2	0,7	97,5	100,8	52,174	0,000
Жажда							
Выраженная	0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,787	0,000
Отсутствует	100	83,3	11,6	76,7	90,0	9,303	0,000
Рвота							
Повторная или после каждого приема питья и пищи	0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,579	0,000
Отсутствует	120	100,0	0,0	100,0	100,0	9,579	0,000
Глазные яблоки							
Запавшие глаза	0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,787	0,000
незапавшие	120	100,0	0,0	100,0	100,0	15,787	0,000
Кожная складка							
Расправляется немедленно	120	100,0	0,0	100,0	100,0	15,787	0,000
Менее 2 с	0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,928	0,000
Более 2 с	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,754	0,083
Видимые слизистые							
Суховатые	0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,787	0,000
Влажные	120	100,0	0,0	100,0	100,0	15,787	0,000
Язык							
Суховат, слюна вязковатая	0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,787	0,000
Влажный	120	100,0	0,0	100,0	100,0	15,787	0,000
Живот при пальпации							
Вздут и болезнен	0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,988	0,000
Мягкий и безболезнен	120	100,0	0,0	100,0	100,0	40,988	0,000
Характер стула							
Разжиженный стул с патологическими примесями	2	1,7	1,4	0,0	4,0	30,942	0,000
Кашицеобразный без патологических примесей	118	98,3	1,4	96,0	100,6	30,942	0,000

Характеристика дополнительных лабораторных данных  
у исследуемых больных после лечения

Общий анализ крови							
Воспалительные изменения	10	8,3	6,4	3,4	13,3	28,104	0,000
Нет воспалительных изменений	110	91,7	6,4	86,7	96,6	28,104	0,000
Копроскопия							
Слизь	2	1,7	1,4	0,0	4,0	84,143	0,000
Лейкоциты до 20 в поле/зрения	2	1,7	1,4	0,0	4,0	9,571	0,000
Больше 20 в поле/зрения	0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,711	0,000

Интерпретация общего анализа крови выявила положительную динамику у 110 (91,7%) и только у 10 (8,3%) детей сохранились воспалительные изменения. В копроскопии слизь и лейкоциты до 20 в поле зрения выявлена только у 2 (1). Данные представлены в табл. 4.

Таким образом, оценка клинического течения кишечных инфекций у исследуемых детей показала, что включение в комплексную терапию Энтерола (*saccharomyces boulardii*) способствовало сокращению продолжительности основных проявлений заболевания, улучшилось общее состояние и самочувствие, в виде уменьшения слабости, практически у всех больных улучшился аппетит, нормализовался характер стула.

### Выводы

Использование Энтерола (*saccharomyces boulardii*) оказало положительное влияние на длительность основных клинических симптомов при диарейном синдроме. Использование Энтерола (*saccharomyces boulardii*) в возрастных дозировках в течение 5 дней предупреждает развитие антибиотикоассоциированной диареи у детей.

### Список литературы

1. Усенко Д.В. Возможности применения пробиотиков в профилактике антибиотико ассоциированной диареи // Русский медицинский журнал. – 2008. – № 1. – С. 36.
2. McFarland L.V. Epidemiology, risk factors and treatments for antibiotic associated diarrhea [review] // Dig Dis. – 1998; № 16: – P. 292–307.
3. Wistrom J., Norrby S.R., Myhre E.B., et al. Frequency of antibiotic-associated diarrhoea in 2462 antibiotic-treated hospitalized patients: a prospective study // J Antimicrob Chemother. – 2001; №47. – P. 43–50.
4. Prevention of antibiotic-associated diarrhea with *Lactobacillus sporogens* and fructo-oligosaccharides in children: a multi-centric double-blind vs. placebo study / LaRosa M, Bottaro G, Gulino N, et al // Minerva Pediatr. – 2003. – №5. – P.47–52.
5. Incidence and risk factors for of oral antibiotic-associated diarrhea in an outpatient pediatric population / Turck D., Bernet J.P., Marx J., et al. // J Pediatr Gastroenterol Nutr. – 2003. – №7. – P.22–26.
6. Lack of relationship of *Clostridium difficile* to antibiotic-associated diarrhea in children / Elstner C.L., Lindsay A.N., Book L.S., et al. // Pediatr Inf Dis. – 1983. – № 2. – P. 364–366.
7. Сурков А.Н. Роль пробиотиков в профилактике и лечении антибиотикоассоциированной диареи у детей // Педиатрическая фармакология. – 2014. – Т.11, № 4. – С. 41–45.
8. Szajewska H, Kołodziej M. Systematic review with meta-analysis: *Saccharomyces boulardii* in the prevention of antibiotic-associated diarrhoea. *Aliment Pharmacol Ther.* 2015 – № 42 (7) – P. 793–801.
9. Szajewska H, Skorka A. *Saccharomyces boulardii* for treating acute gastroenteritis in children: updated meta-analysis of randomized controlled trials // *Aliment Pharmacol Ther.* – 2009. – № 30. – P. 955–963.
10. Urbanska M., Szajewska H. The efficacy of *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 in infants and children: a review of the current evidence // *Eur J Pediatr.* 2014. – №173. – P. 1327–1337.

УДК 611.018.4:612.015.1:572.781.42

## РЕГУЛЯЦИЯ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ МАТРИКСНЫМИ МЕТАЛЛОПРОТЕЗАМИ

<sup>1</sup>Воропаева А.А., <sup>1</sup>Фаламеева О.В., <sup>1,2</sup>Садовой М.А.

<sup>1</sup>ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: venediktovaa@bk.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск

В обзоре рассматривается роль матриксных металлопротеаз в ремоделировании костной ткани. Приведены естественные субстраты различных матриксных металлопротеаз, показаны прямые и опосредованные эффекты протеолиза матриксными протеазами компонентов внеклеточного матрикса и регуляторных белков, влияющих на ремоделирование костной ткани. Обсуждается влияние состава костного матрикса на процесс ремоделирования костной ткани, а также активность ремоделирования в зависимости от характеристик рецепторного аппарата клеток костной ткани. Представлен современный механизм ремоделирования матрикса костной ткани с участием матриксных металлопротеаз на уровне структурных компонентов внеклеточного матрикса костной ткани, взаимодействующих с ним протеаз и клеток костной ткани. Показана роль механотрансдукции в экспрессии матриксных металлопротеаз клетками костной ткани и в дифференцировке остеобластов в остеоциты.

**Ключевые слова:** матриксные металлопротеазы, внеклеточный матрикс, ремоделирование костной ткани, резорбция, остеокласты, остеобласты, остеоциты.

## REGULATING OF THE BONE REMODELING BY MATRIX METALLOPROTEASES (REVIEW)

<sup>1</sup>Voropaeva A.A., <sup>1</sup>Falameeva O.V., <sup>1,2</sup>Sadovoy M.A.

<sup>1</sup>Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, e-mail: venediktovaa@bk.ru;

<sup>2</sup>Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk

The review examined matrix metalloproteases in the remodeling of bone tissue. Natural substrates of various matrix metalloproteases are shown, direct and indirect effects of proteolysis by matrix proteases of extracellular matrix components and regulatory proteins affecting bone remodeling were demonstrated. The influence of the bone matrix composition on the bone remodeling process as well as the remodeling activity depending on the characteristics of the receptor apparatus of bone tissue cells was discussed. A modern mechanism for bone matrix remodeling with the participation of matrix proteases at the level of structural components and interacting bone and bone cells with proteases was presented. The role of mechanotransduction in the expression of matrix metalloproteases and differentiation of osteoblasts in osteocytes was demonstrated.

**Keywords:** matrix metalloproteases, extracellular matrix, bone remodeling, bone resorption, osteoclasts, osteoblasts, osteocytes

Матриксные металлопротеазы (ММП) – ферменты, секретируемые разными типами клеток во внеклеточное пространство и способные расщеплять компоненты межклеточного матрикса, обеспечивающих механические свойства ткани: эластин, фибронектин, протеогликаны, коллагены разных типов и их дериваты. ММП резидентных клеток костной ткани принимают прямое участие во всех фазах ее ремоделирования – процесса, направленного на обеспечение роста и обновления кости. Ранее предполагалось, что функция ММП сводится исключительно к расщеплению коллагена при резорбции, однако данные о роли ММП в этом процессе оказались противоречивыми. У нокаутированных мышей по различным ММП не было обнаружено изменений резорбции кости [22], или найдены лишь незначительные кратковременные изменения в деградации матрикса костной ткани [38]. С другой

стороны, на культуре остеокластов кролика, крысы и цыплят было показано, что ММП-9 столь же необходима для резорбции костей черепа, как и катепсин К [14, 21]. Обработка остеокластов человека ингибиторами карбангидразы, закисляющей прелакунарное пространство, и ингибиторами катепсина К снижала степень деградации матрикса кости только на 40% [20]. Этими же исследователями установлено, что ингибирование ММП приводило к снижению резорбции на 70%, что говорит о совместной деятельности катепсина К и ММП. Сравнение способности остеокластов к внедрению в коллагеновый и костный матрикс *in vitro* после обработки культуры синтетическими – RP59794, BV94 – и тканевым ингибиторами ММП показало, что в результате таких экспериментальных воздействий резко снижается способность остеокластов к внедрению в матрикс, что связано в том

числе, со сниженной способностью ММП расщеплять неминерализованный коллаген [35]. Известно, что помимо коллагена в прикреплении, а значит, опосредованно и во внедрении остеокластов в костный матрикс играют роль рецепторы не только коллагена, но фибронектина, остеопонтина, тромбоспондина, костного сиалопротеина, витронектина [37]. Вероятно, отсутствие этих компонентов в используемом в эксперименте коллагеновом матриксе ослабляет способность остеокластов к инвазии.

Наибольшую роль из всех ММП остеокластов в расщеплении костного матрикса отводят ММП-9. Добавление специфичных ингибиторов ММП-9 к остеокластам, культивированных на костном матриксе, приводило к снижению высвобождения кальция из фрагментов кости в среду на 25%. При этом в культурах остеокластов, стимулированных ИЛ-1, высвобождение кальция было снижено еще больше – на 36%, что, очевидно, объяснялось снижением доли остеокластов, образующих резорбционные лакуны, а также уменьшением размера лакун [21]. Инактивация катепсина К синтетическими ингибиторами или нокаутирование клеток линии MDA-MB-231, полученной из опухоли молочной железы, по катепсину К приводило к снижению активности ММП-9 не менее, чем в 3 раза [32], что также свидетельствует в пользу предположения, о том, что для реализации своей функции ММП-9 нуждается в активации катепсином К. На этом основании предполагается, что ММП осуществляют преимущественное внеклеточное расщепление коллагена до телопептидов, в то время как внутриклеточный протеолиз коллагена осуществляет катепсин К. Тем не менее многие иммуногистохимические исследования установили, что катепсин К секретируется в прелакунарное пространство. По-видимому, при оценке проявления резорбционной активности остеокластов необходимо учитывать источник, из которых они были получены. Так, выявлено, что катепсин К необходим в большей степени для ремоделирования трубчатых костей и позвонков, в то время как для ремоделирования костей черепа в большей степени необходимы ММП [14]. Очевидно, это связано со строением костного матрикса, локальной регуляцией экспрессии рецепторов в остеокластах и, как следствие – с различием в фенотипических чертах остеокластов разных отделов скелета, обуславливающих вариации в их функционировании. Таким образом, данный конкретный фенотип остеокластов и их рецепторный аппарат определен влиянием этих факторов.

Если ранее изучалась в основном резорбционная роль ММП, непосредственно связанная с деградацией белков матрикса кости, то к настоящему времени известно, что они являются еще и регуляторными молекулами. Регуляторная функция ММП опосредуется расщеплением специфических связей, благодаря чему происходит активация и инактивация сигнальных молекул. Большинство ММП в костной ткани могут выполнять обе функции.

Так, ММП-1 является интерстициальной коллагеназой. Она способна расщеплять коллаген, а также различные входящие в состав клеточной мембраны белки [3, 41], поэтому предполагают, что ММП-1 играет важную роль в резорбции матрикса костной ткани. Регуляторная роль ММП-1 опосредуется ее способностью расщеплять фибронектин, что позволяет клеткам костной ткани мигрировать [41]. Также ММП-1 наряду с ММП-3 и ММП-9 участвует в процессинге ИЛ-1 и осуществляет его деградацию параллельно с ММП-2 и ММП-9 [25]. Также было показано, что ММП-1 вместе с ММП-2, ММП-3 увеличивает биологическую активность IGF-1 [33].

ММП-2 расщепляет коллагены I, II, III и IV типа [30], фибронектин, усиливая, тем самым миграцию клеток [29]. Кроме того, она, расщепляя остеоонектин в специфических сайтах, наряду с ММП-3, -7, -9, -13, усиливает способность и скорость коллагена связываться с другими молекулами, в том числе, с его рецепторами, что позволяет коллагену и его дериватам выполнять сигнальную функцию [19]. ММП-2 регулирует миграцию, дифференцировку и пролиферацию клеток, связываясь с витронектиновым рецептором [40]. ММП-2, экспрессирующаяся в остеоцитах [5, 24], принимает участие в созревании костного матрикса [32]. Недостаток ММП-2 у нокаутированных по этому ферменту мышей приводит к деформациям скелета, снижению минеральной плотности костной ткани губчатой и компактной кости, увеличению гибели остеоцитов в костях черепа [24]. Этими же исследователями показано, что при полном нарушении сети каналов остеоцитов происходит усиление активности остеобластов, а при частичном – дифференцировка остеобластов в остеоциты, что, вероятно, и приводит к уменьшению количества функционирующих остеобластов. Уменьшение количества остеобластов может служить у мышей этой линии причиной снижения плотности костной ткани. При этом показано, что функция остеобластов и остеокластов у нокаутированных по ММП-2 мышей не изменена. Таким образом, у этих животных происходит

снижение минеральной плотности костной ткани как за счет уменьшения количества остеобластов, так и нарушения вторичной минерализации, которую должны обеспечивать остециты. Недостаток ММП-2 у человека приводит к развитию синдрома Нао, аутосомно-рецессивного системного заболевания, характеризующегося артропатиями и остеопорозом [6].

Методом иммуногистохимии на остеокластах кролика было показано, что в остеокластах ММП-2 синтезируется конститутивно, а синтез ММП-9 индуцируется ИЛ-1 вместе с ММП-1, ММП-3, ТИМП-1 [30].

Способность расщеплять основной компонент внеклеточного матрикса кости – зрелый коллаген I типа и его дериваты, а также фибронектин, – компонент внеклеточного матрикса, ответственный за прикрепление клеток, потенциально делают ММП-2 и ММП-1 важными факторами канцерогенеза и метастазирования опухолей в костную ткань.

ММП-3 расщепляет остеопонтин, декорин, протеогликаны, фибронектин, ламинин и коллаген IV типа, участвуя в миграции клеток и процессинге ИЛ-1 [31].

ММП-7 наряду с ММП-2 и ММП-3 участвует в усилении биологической активности TGF, расщепляя декорин [19], одновременно с ММП-3 снижает способность клеток к адгезии и увеличивает их способность к внедрению в матрикс, расщепляя E-кадгерин [34], способствует Fas-рецепторопосредованному апоптозу, расщепляя лиганд Fas [29], также ММП-7 путем ограниченного протеолиза RANKL, благодаря чему последний становится растворимым и способным после связывания с RANK индуцировать остеокластогенез и усиливать активность остеокластов. ММП-7, блокируя специфический рецептор интактного фибронектина его протеолитическим расщепленным фрагментом, может ослаблять прикрепление клеток к матриксу соединительной ткани [18]. Показано, что у мышей, нокаутированных по ММП-7 количество случаев остеолита, индуцируемого метастазами рака простаты значительно снижено [16, 28], что, вероятно, связано с уменьшением количества фибронектина в ткани.

Субстратами ММП-9 являются агрекан и коллагены I, II, III и IV типа [15]. Поскольку ММП-9 является индуцибельным ферментом, по ее экспрессии можно судить об активности остеокластов.

Из всех ММП, экспрессирующихся остеокластами, только ММП-13 способна расщеплять трехспиральный коллаген, и, поскольку ММП-2 и ММП-9 являются

желатиназами, предполагают, что они участвуют в дальнейшем протеолизе коллагена после воздействия на него истинных коллагеназ: ММП-1, ММП-13 [26]. Производимые ММП-13 при расщеплении фрагменты коллагена I типа инициируют резорбцию кости активированными остеокластами [41]. Вместе с тем, ММП-9 высвобождает из костного матрикса TGF- $\beta$ , который обуславливает ретракцию остеокластов, увеличивая тем самым, экспозицию поверхности кости и усиливая аттракцию предшественников остеокластов к ее поверхности [23].

ММП-12 экспрессируется в остеокластах черепа и трубчатых костей, т.е. остеокластах, осуществляющих резорбцию компактной костной ткани. Она расщепляет важнейший функциональный домен остеопонтина и сиалопротеина, – двух белков, значительно влияющих на способность остеокластов к прикреплению и резорбции. Однако на нокаутированных мышах по этой металлопротеазе не выявлено нарушения резорбции костной ткани [22]. Вероятно, ее функции могут быть замещены другими протеазами, или данная ММП не играет большой роли в костной резорбции у мышей.

ММП-13 экспрессируется в остеокластах [38] и остеоцитах [13]. При этом предполагают, что функция ММП-13 состоит в зачистке поверхности резорбционной лакуны после воздействия катепсина K, поэтому она обнаруживается в резорбционной лакуне.

ММП-14 расщепляет коллагены I, II, III типа, фибронектин, ламинин-1 и активирует проММП-2 и проММП-13 [41]. В костной ткани она способствует высвобождению RANKL, что приводит к дифференцировке остеокластов из преостеокластов, а также усилению их активности [29]. ММП-14 экспрессируется во всех клетках костной ткани и является главной коллагеназой среди ММП, участвующих в костном ремоделировании. Совместно с рецептором эндцитоза uPARAP/Endo180 она ответственна за подготовку продуктов внеклеточного протеолиза коллагена к процессу эндцитоза и таким образом, опосредованно влияет на деградацию коллагена в лизосомах [11]. Показано, ингибирование ММП-14 и ММП-9, обнаруженных в подосомах – структурах, отвечающих за прикрепление остеокластов к матриксу кости, уменьшало время жизни подосом, а следовательно, и способность остеокластов к миграции [36].

Остеобластами продуцируются ММП-1, -2 [8, 17] -13 [10]. Несмотря на то, что часть металлопротеаз синтезируют остеобласты, латентные протеазы могут

подвергнуться активации посредством цистеиновых протеаз остеокластов, и, таким образом, принять участие в деградации костного матрикса [12].

С учетом полученных данных в настоящее время предложен следующий механизм ремоделирования костной ткани. Одним из сигналов для миграции остеокластов к будущему месту резорбции являются микропереломы, в результате которых ММП-2 и ММП-13 из поврежденных остеоцитов попадают во внеклеточный матрикс кости. Под их воздействием из внеклеточного матрикса высвобождаются такие цитокины, как RANKL, OPG, M-CSF и TGF $\beta$  [18], а также происходит их процессинг, благодаря которому они превращаются в свои активные формы. TGF $\beta$ , OPG, IGF-1, BMP стимулируют дифференцировку мезенхимальных стволовых клеток в остеобласты, а RANKL и M-CSF способствуют дифференцировке клеток макрофагального ряда в остеокласты [39]. ММП-13, экскретируемая остеобластами, остеоцитами и выстилающими клетками или попадающая в матрикс костной ткани в результате их повреждения производит расщепление остеоида, обнажая минерализованные участки костного матрикса с дериватами белковых компонентов внеклеточного матрикса. В дальнейшем, эти участки опознаются рецепторным аппаратом остеокластов как место резорбции костной ткани [31]. Увеличение концентрации ММП-13 в матриксе костной ткани происходит не только в результате микропереломов, но и в результате увеличения ее экспрессии в остеоцитах и экскреции под действием гидродинамического удара, вызываемого механическими нагрузками на кость и передающемуся через сеть каналов остеоцитов [42].

Прибывающие к месту резорбции остеокласты взаимодействуют с коллагеном I типа, остеопоном, костным сиалопротеином или с продуктами их ограниченного протеолиза. После прикрепления остеокласта к поверхности кости он начинает этап резорбции, также сопровождающейся высвобождением факторов роста из матрикса кости. Основную роль на этом этапе играют катепсин К и ММП-9 [2]. После завершения фазы резорбции и апоптоза остеокластов на поверхности резорбционной лакуны остаются специфические продукты протеолиза, которые являются сигналом для прикрепления преостеобластов. Под действием ММП-2 в месте будущего формирования костной ткани происходит дифференцировка преостеобластов в остеобласты. После завершения формирования матрикса и инициации его минерализации происходит либо

апоптоз остеобластов, либо превращение их в выстилающие клетки или остеоциты. Дифференцировка остеобластов в остеоциты управляется механической нагрузкой, которые приводят к изменениям фенотипа клеток [4]. Механизм, по которому происходит дифференцировка остеобластов в остеоциты продемонстрирован в эксперименте на остеобластах человека, которыми были заселены подложки, коллаген которых находился в сжатом или растянутом состоянии. Было показано, что через 1 час после заселения подложки, находившейся в сжатом состоянии, остеобласты, начинали экспрессировать маркеры ранней дифференцировки остеобластов – RUNX2, ALP, OPG, а уже через 4 часа – маркер поздней дифференцировки остеобластов, предваряющий их дифференцировку в остеоциты – сиалопротейн. При этом на экспрессию ММП-1 и ММП-3 вектор сил, приложенных к подложке, не оказывал влияния, в то время как сдавливание приводило к увеличению экспрессии ММП-2, ММП-13, ММП-14 в клетке [7]. Результаты этого эксперимента демонстрируют, что ММП-2, -13, -14 принадлежит центральная роль в дифференцировке остеоцитов из остеобластов под давлением.

Накопленные данные о роли ММП свидетельствуют о том, что они выполняют разнонаправленные функции в процессе ремоделирования костной ткани, как и клетки, их выделяющие. К настоящему времени стало больше известно о механизмах ремоделирования костной ткани, об экспрессии ММП и ее регуляции не только различными цитокинами и гормонами и тканевыми ингибиторами ММП, но и молекулами костного матрикса и его механическими свойствами. Изменения, происходящие в составе костной ткани с возрастом, а также при патологических состояниях, изменяют концентрацию и доступность естественных субстратов для ММП и среду, в которой протекают каталитические реакции протеолиза компонентов внеклеточного матрикса. В свою очередь это изменяет кинетические параметры катализируемых ММП реакций, что может ухудшать состояние процессов ремоделирования костной ткани и поэтому требует изучения. Ухудшение же механических свойств кости вследствие изменения ее состава и характера нагрузки напрямую влияет на экспрессию ММП, запускающих ее ремоделирование.

#### Список литературы

1. Баранов А.А., Щеплягина Л.А., Баканов М.И. и др. Особенности изменений биохимических маркеров костного ремоделирования у детей в возрастном аспекте // Медицинский научный и учебно-методический журнал – 2002. – № 6. – С.131 – 148.

2. Венедиктова А.А. Роль протеаз различных классов в развитии остеопороза у крыс: автореферат дис. канд. биол. наук. – Новосибирск, 2009. – 24 с.
3. Соловьева Н.И. Матриксные металлопротеиназы и их биологические функции // Ж. Биоорганической химии. – 1996. – Т. 24. – С. 217 – 226.
4. Akhouayri O., Lafage-Proust M.H., Rattner A., et al. Effects of static or dynamic mechanical stresses on osteoblast phenotype expression in three-dimensional contractile collagen gels // J. Cell Biochem. – 1999. – Vol. 76 (2). – P. 217–230.
5. Al-Otaibi L., Al-Mayouf S.M., Majeed M. et al. Radiological findings in NAO syndrome // Pediatr. Radiol. – 2002. – Vol. 32 (7). – P.523–528.
6. Al-Aqeel A., Al-Sewairi W., Edress B. et al. Inherited multicentric osteolysis with arthritis: a variant resembling Torg syndrome in a Saudi family // Am. J. Med. Genet. – 2000. – Vol. 93 (1). – P.11 – 18.
7. Barthelemi S., Robinet J., Garnotel R. et al. Mechanical forces-induced human osteoblasts differentiation involves MMP-2/MMP-13/MT1–MMP proteolytic cascade // J. Cell Biochem. 2012. – Vol. 113 (3). – P. 760–772.
8. Bühlung F., Groneberg D., Welte T. Proteases and their role in chronic inflammatory lung diseases. // Curr. Drug Targets. – 2006. – Vol. 7. – P. 751 – 759.
9. Bühlung F., Röcken C., Brasch F. et al. Pivotal role of cathepsin K in lung fibrosis // Amer. J. Pathol. – 2004. – 164(6). P. 2203 – 2216.
10. Burgoyne R.D. G proteins: control of exocytosis // Nature. – 1987. – Vol. 328 (6126). – P. 112–113.
11. Chapman H.A., Riese R.J., Shi G.P. Emerging roles for cysteine proteases in human biology // Annu. Rev. Physiol. – 1997. – Vol. 59. – P. 63 – 88.
12. Delaisse J.M., Andersen T.L., Engsig M.T. Matrix metalloproteinases and cathepsin K contribute differently to osteoclastic activities // Microsc. Res. Tech. – 2003. – Vol. 61. – P.5 04 – 513.
13. Everts V., Delaisse J.M., Korper W. et al. The bone lining cell: its role in cleaning Howship's lacunae and initiating bone formation // J. Bone Miner Res. – 2002. – Vol. 17. – P.77 – 90.
14. Everts V., Korper W., Jansen D.C. et al. Functional heterogeneity of osteoclasts: matrix metalloproteinases participate in osteoclastic resorption of calvarial bone but not in resorption of long bone // FASEB J. – 1999. – Vol. 13. – P.1219 – 1230.
15. Fosang A.J., Last K., Knauper V. et al. Fibroblast and neutrophil collagenases cleave at two sites in the cartilage aggrecan interglobular domain // A. J. Fosang, K. Last, V. Knauper et al. // Biochem J. – 1993. – Vol. 295 (Pt 1). – P. 273 – 276.
16. Francis G. Matrix metalloproteinases regulation and dysregulation in the failing heart // Spinal. Circ. Res. – 2002. – Vol. 90. – P. 520 – 530.
17. Furuyama N., Fujisawa Y. Distinct roles of cathepsin K and cathepsin L in osteoclastic bone resorption // Endocr. Res. – 2000. – Vol. 26. – P. 189 – 204.
18. Freije J.M., Díez-Itza I., Balbin M. et al. Molecular cloning and expression of collagenase-3, a novel human matrix metalloproteinase produced by breast carcinomas // J. Biol. Chem. – 1994. – Vol. 269 (24). – P. 16766 – 16773.
19. Fukai F., Ohtaki M., Fujii N. et al. Release of biological activities from quiescent fibronectin by a conformational change and limited proteolysis by matrix metalloproteinases // Biochem. – 1995. – Vol. 34. – P. 11453 – 11459.
20. Henriksen K., Sorensen M.G., Nielsen R.H. Degradation of the organic phase of bone by osteoclasts: a secondary role for lysosomal acidification // J. Bone Miner. Res. – 2006. – Vol. 21. – P. 58. – 66.
21. Hill P.A., Murphy G., Docherty A.J. et al. The effects of selective inhibitors of matrix metalloproteinases (MMPs) on bone resorption and the identification of MMPs and TIMP-1 in isolated osteoclasts // J. Cell Sci. – 1994. – Vol. 107 (Pt 11). – P. 3055 – 3064.
22. Hou P., Troen T., Ovejero M.C. et al. Matrix metalloproteinase-12 (MMP-12) in osteoclasts: new lesson on the involvement of MMPs in bone resorption // Bone. – 2004. – Vol. 34. – P. 37 – 47.
23. Initiation of osteoclast bone resorption by interstitial collagenase / L.S. Holliday, H.G. Welgus, C.J. Fliszar et al. // J. Biol. Chem. – 1997. – Vol. 272. – P. 22053 – 22058.
24. Inoue K., Mikuni-Takagaki Yu., Oikawa K. et al. A crucial role for MMP-2 in osteocytic canalicular formation and bone metabolism // J. Biol. Chem. – 2006. – Vol. 281, № 44. – P. 33814 – 33824.
25. Ito A., Mukaiyama A., Itoh Y. Degradation of interleukin 1β by matrix metalloproteinases. // J. Biol. Chem. – 1996. – Vol. 271(25). – P. 14657 – 14660.
26. Lindarman J.H.N., Hanemaaijer R., Mulder A. et al. Cathepsin K is the principal protease in giant cell tumor of bone // Am. J. Pathol. – 2004. – Vol. 165, №2. – P. 593 – 600.
27. Li Z., Hou W.S., Escalante-Torres C.R. Collagenase activity of cathepsin K depends on complex formation with chondroitin sulfate // J. Biol. Chem. – 2002. – Vol. 277. – P. 28669 – 28676.
28. Lynch C.C., Hikosaka A., Acuff H.B. et al. MMP-7 promotes prostate cancer-induced osteolysis via the solubilization of RANKL // Cancer Cell. – 2005. – Vol. 7, № 5. – P. 485 – 496.
29. Matrix metalloproteinases degrade insulin-like growth factor-binding protein-3 in dermal fibroblast cultures / J.L. Fowlkes, J.J. Enghild, K. Suzuki, H. Nagase // J. Biol. Chem. – 1994. – Vol. 269. – P. 25742 – 25746.
30. Meunier P.J. Roux C., Seeman E. et al. The effect of strontium ranelate on the risk of vertebral fracture in women // N. Engl. J. Med. – 2004. – Vol. 350. – P. 459 – 468.
31. Paiva K.B., Granjeiro J.M. Bone tissue remodeling and development: focus on matrix metalloproteinase functions // Arch. Biochem. Biophys. 2014. – Vol. 561. – P. 74–87.
32. Rocken Ch., Strix B., Bromme D. et al. A putative role for cathepsin K in degradation of AA and AL amyloidosis // Am. J. Pathol. – 2001. – Vol. 158. – P. 1029 – 1038.
33. Sasaguri Y., Mori Y. Degradation of interleukin 1 by matrix metalloproteinases // J. Biol. Chem. – 1996. – Vol. 271. – P. 14657 – 14660.
34. Sasaki T., Gohring W., Mann K. et al. Limited cleavage of extracellular matrix protein BM-40 by matrix metalloproteinases increases its affinity for collagens // JBC. – 1997. – Vol. 272, №14. – P. 9237–9243.
35. Sato T., Taekker N., Dalaisse J.-M. The migration of purified osteoclasts through collagen is inhibited by matrix metalloproteinase inhibitors // J. Bone Miner. Res. – 1998. – Vol. 13, №1. – P. 59–65.
36. Sato T., Ovejero M.C., Hou P. et al. Identification of the membrane-type matrix metalloproteinase MT1–MMP in osteoclasts // J. Cell. Sci. – 1997. – Vol. 110. – P. 589 – 596.
37. Spatial organization of microfilaments and vitronectin receptor αvβ3 in osteoclasts / P.T. Lakkakorpi, M.H. Helfrich, M.A. Horton, H.K. Vaananen // J. Cell Science. – 1993. – Vol. 104. – P. 663–670.
38. The cell biology of osteoclast function / H.K. Vaananen, H. Zhao, M. Mulari, J.M. Halleen // J. Cell Sci. – 2000. – Vol. 113. – P. 337 – 381.
39. The regulation of osteoclast differentiation by Wnt signals / Y. Kobayashi, S. Uehara, M. Koide, N. Takahashi // BoneKey Rep. – 2015. – Vol. 4. – P. 1–6.
40. Turck J., Pollock A.S., Lee L.K. et al. Matrix metalloproteinase 2 regulates glomerular mesangial cell proliferation and differentiation // J. Biol. Chem. – 1996. – Vol. 271, № 25. – P. 15074 – 15083.
41. Visse R., Nagase H. Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases: structure, function, and biochemistry // Circ. Res. 2003. – Vol. 92. – P. 827 – 839.
42. Yang C.M., Chien C.S., Yao C.C. et al. Mechanical strain induces collagenase-3 expression in MC3T3–E1 osteoblastic cells // J. Biol. Chem. – 2004. – Vol. 279 (21). – P. 22158 – 22165.

УДК 616.127/31-005.4

## ОЦЕНКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

**Зубкова А.А., Фелькер Е.В.**

*ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет Минздрава России», Курск,  
e-mail: zubkova\_aa@mail.ru*

Произведена оценка результатов исследования за 2010–2015 гг. по оценке качества жизни пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (стабильная стенокардия, постинфарктный кардиосклероз). Для оценки стоматологических показателей качества жизни пациентам всех групп проводилось анкетирование с помощью формы «ОHIP – 14». Это специализированный опросник качества жизни состоящий из 14 вопросов и включающий 7 основных шкал, позволяющих оценивать наиболее существенные стоматологические параметры нарушения качества жизни пациента. Максимально возможное значение 56. Чем выше результат, тем ниже уровень качества жизни. Анализируя полученные данные, можно говорить о более низком уровне качества жизни у пациентов с кардиологической патологией, что подтверждает взаимосвязь между состоянием полости рта и сердечно-сосудистой патологией. Применение стоматологического опросника ОHIP-14 при лечении стоматологической патологии может помочь в выборе и последовательности использования методов лечения, что может повлиять на результат проводимой терапии.

**Ключевые слова:** заболевания полости рта, сердечно-сосудистая патология, оценка качества жизни

## EVALUATION OF DENTAL INDICATORS OF QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE

**Zubkova A A., Felker E. V.**

*Kursk State Medical University, Kursk, e-mail: zubkova\_aa@mail.ru*

Assessment of results of a research for 2010–2015 according to quality of life of patients with cardiovascular diseases (stable stenocardia, a postinfarction cardiosclerosis) is made. For assessment of dental indicators of quality of life to patients of all groups questioning by means of the OHIP – 14 form was carried out. It is the specialized questionnaire of quality of life which is consisting of 14 questions and including 7 main scales, I allowed to estimate the most essential dental parameters of violation of quality of life of the patient. Greatest possible value 56. The result is higher, the level of quality of life is lower. Analyzing the obtained data, it is possible to speak, it is possible to speak, about lower level of quality of life at patients with cardiological pathology that confirms interrelation between a condition of an oral cavity and cardiovascular pathology. Application of the dental questionnaire of OHIP-14 at treatment of dental pathology can help with the choice and the sequence of use of methods of treatment that can affect result of the carried-out therapy.

**Keywords:** diseases of oral cavity, cardiovascular pathology, assessment of quality of life

В настоящее время ишемическая болезнь сердца (ИБС) занимает «место №1» в структуре как сердечно-сосудистой, так и всей общесоматической заболеваемости [1, 5, 9].

За последние десять лет вопрос ишемической болезни сердца занимает одно из центральных мест среди медицинских проблем XXI века и является зачастую самой распространённой причиной смертности, а также ведет к временной и постоянной утрате трудоспособности людей в различных уголках земного шара [2, 4, 8].

Общесоматические заболевания, безусловно, взаимосвязаны с состоянием полости рта и отягощают течение стоматологических патологий. Общеизвестно, что многие соматические заболевания обязательно проявляются в полости рта. Это, прежде всего эндокринные расстройства, патологии желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы [5, 6]. В большинстве случаев эта взаимосвязь отслеживается в связи

с изменениями реактивности организма на фоне перечисленных патологий [2, 7].

Одной из важнейших проблем стоматологии являются заболевания пародонта, что связано с высокой распространенностью, интенсивностью течения процесса. Именно они приводят к формированию хронического одонтогенного очага инфекции, отрицательно влияющего на весь организм. Одонтогенный очаг инфекции является индуктором заболеваний сердечно-сосудистой системы или за счет проникновения бактерий из кровотока в эндотелий сосудов, приводя в конечном счете к воспалению и атеросклерозу, и/или за счет активирования продукции медиаторов воспаления. Таким образом, инфицированный пародонт повышает риск возникновения общих патологических состояний путем участия либо в патогенезе болезни, либо являясь постоянным источником патогенной микрофлоры [3, 4].

При проведении стоматологических осмотров у большей половины обследо-

ванных (57%) обнаруживаются сопутствующие заболевания, которые снижают продолжительность и качество жизни [4].

**Цель исследования** – оценить качество жизни пациентов кардиологического профиля при сердечно-сосудистой патологии.

Логическая структура данного исследования включает 3 пункта:

1. Изучение актуальности заявленной темы и глубокая разработка исследования (детальный анализ литературы по данному вопросу, постановка целей и задач); набор добровольцев в группу исследования, индивидуальный анализ каждого пациента и выявление контрастных групп; составление плана обследования по обозначенным целям и задачам.

2. Проведение всех последовательных этапов обследования по специально разработанной программе.

3. Глубокая проработка полученных данных, а именно статистическая обработка, интерпретация и представление результатов, формулирование научных выводов и практических рекомендаций.

Этапы исследования (на каждом из этапов по признаку наличия и отсутствия ИБС были выделены по 2 контрастные группы).

На первом этапе исследования проводился анализ эпидемиологических и клинико-лабораторных характеристик стоматологических пациентов с ИБС (основная (n = 87 чел.) и группа контроля (n = 29 чел.).

На втором этапе проводился анализ влияния коррекции ИБС на течение основных стоматологических заболеваний (основная группа (n = 29 чел.), группа контроля (n = 29 чел.).

На третьем этапе проводился анализ влияния лечения основных стоматологических заболеваний на течение ИБС (основная группа (n = 29 чел.), группа контроля (n = 29 чел.).

На четвертом этапе проводилась разработка (на основе данных этапов 1–3) и оценка эффективности программы мониторинга и коррекции состояния стоматологических пациентов с ИБС (основная группа (n = 29 чел.), группа контроля (n = 29 чел.).

#### Материалы и методы исследования

В ходе проведенного с 2010 по 2015 гг. эпидемиологического исследования нами было обследовано 290 пациентов (174 в основных группах и 116 в контрольных группах) в возрасте 40–80 лет, из них 65,5% мужского пола и 34,5% женского пола.

Методы исследования включали определение кариозных и некариозных поражений, гигиены полости рта (ОНИ-S), индексной оценки состояния тканей пародонта (папиллярно-маргинально-альвеолярный индекс, пародонтальный индекс, индекс нуждаемости в лечении заболеваний пародонта), поражений слизистой оболочки полости рта.

Помимо основных методов использовались и дополнительные стоматологические методы: электроодон-

тодиагностика, конусно-лучевая компьютерная томография, проба Шиллера-Писарева, проба Кулаженко.

Дополнительные методы для постановки кардиологического диагноза: электрокардиограмма, ультразвуковое исследование сердца с оценкой фракции сердечного выброса; коронарной ангиографии (при возможности).

Из лабораторных методов применялись общий анализ крови, общий анализ мочи, бактериологическое исследование содержимого пародонтальных карманов, цитологическое исследование мазков-отпечатков десневой борозды. Проводилась оценка качества жизни пациентов по специализированному опроснику «ОНIP-14».

Для оценки стоматологических показателей качества жизни пациентам всех групп проводилось анкетирование с помощью формы «ОНIP-14». «ОНIP-14» – специализированный опросник качества жизни, состоящий из 14 вопросов и включающий 7 основных шкал, позволял оценивать наиболее существенные стоматологические параметры нарушения качества жизни: ограничение функции (ОФ), физический дискомфорт (ФД-Б), психологический дискомфорт (ПД), физические нарушения (ФН), психологические расстройства (ПР), социальные ограничения (СО), ущерб (У).

Данный опросник можно условно разделить на проблемы, связанные с употреблением пищи, непосредственно питание (вопросы 1–6), и вопросы общения, работы, досуга и общего состояния организма (вопросы 7–14).

Для оценки результатов ответов респондентов необходимо определить сумму баллов, в общем и в частности по конкретным шкалам, при этом полученные результаты могут находиться в диапазоне от 0 до 56. При получении результатов от 0–14 баллов можно говорить о высоком уровне качества жизни обследуемого. При получении данных в диапазоне 15–28 баллов делается вывод о среднем уровне качества жизни. Низкий уровень качества жизни определяется при получении значений от 29 до 42 баллов. Значение более 42 баллов свидетельствует об очень низком качестве жизни пациента [1].

Применение стоматологического опросника «ОНIP-14» при лечении стоматологической патологии может помочь в выборе и последовательности использования методов лечения, что может повлиять на результат проводимой терапии.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты оценки качества жизни пациентов кардиологического профиля на 1 этапе эпидемиологического обследования по стоматологической анкете «ОНIP-14» представлены в таблице.

Оценка качества жизни пациентов по стоматологической анкете «ОНIP-14»

Группа	Сумма баллов
ПИКС, ХСН II-III ФК	30,59
со стабильной стенокардией	25,93
ПИКС, ХСН I ФК	28,38
контрольная группа	20,07

Максимально возможное значение – 56. Чем выше результат, тем ниже уровень качества жизни. Сумма баллов до лечения у пациентов ПИКС, ХСН II-III ФК составляет 30,59; со стабильной стенокардией – 25,93; ПИКС, ХСН I ФК – 28,38; контрольной группы – 20,07. Анализируя полученные данные, можно говорить, о более низком уровне качества жизни у пациентов с кардиологической патологией, что подтверждает взаимосвязь между состоянием полости рта и сердечно-сосудистой патологией.

### Выводы

Анализируя данные оценки качества жизни, полученные с помощью стоматологической анкеты «ОНП-14», можно говорить, о низком уровне качества жизни всех групп пациентов, что, несомненно связано с состоянием полости рта. Анкетирование с помощью формы «ОНП-14» расширило возможности комплексной оценки стоматологического здоровья кардиологических пациентов и позволило сделать основополагающие выводы о связи заболеваний сердечно-сосудистой системы и полости рта.

### Список литературы

1. Бондаренко И.В., Ерохин А.И., Бондаренко О.В. Оценка качества жизни пациентов на этапах предимплантологической аугментации и дентальной имплантации // Институт Стоматологии. – СПб., 2010. – 2 (47). – С. 42 – 43.
2. Ван дер Биль П. Взаимосвязь заболеваний пародонта и сердечно-сосудистой системы // Проблемы стоматологии. – 2014. – № 6. – С. 4–8.
3. Зубкова А.А. Эпидемиологическая характеристика, клинико-лабораторные проявления и лечение основных стоматологических заболеваний у больных с ишемической болезнью сердца: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Тверь, 2016. – 24 с.
4. Василевская Е.М. Клиническое и диагностическое значение оценки стоматологического статуса у пациентов после коронарного шунтирования: автореф. дис. ... канд. мед. наук: – Казань. – 2015. – 23 с.
5. Лисицин Ю.П. Общественное здоровье и здравоохранение. – М., 2010. – 512 с.
6. Морозов А.Н., Зубкова А.А., Тишков Д.С. Эпидемиологическая характеристика, клинико-лабораторные проявления и лечение основных стоматологических заболеваний у больных с ишемической болезнью сердца // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – Курск. – 2015. – № 4. – С. 57–64.
7. Павлов Н.Б., Сабгайда Т.П. Влияние сопутствующей патологии на распространение стоматологических заболеваний и стоимость их лечения // Социальные аспекты здоровья населения. – 2011. – Т. 21. – № 5. – С. 4.
8. Сабуров С.К., Тураев Н.Г. Оценка взаимодетерминированности стоматологических и системных заболеваний // Вестник Авиценны. – 2013. – № 4 (57). – С. 124–129.
9. Стародубов В.И., Щепин О.П. Общественное здоровье и здравоохранение: национальное руководство. – М., 2014. – 624 с.

УДК 618.11-008.64

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОК С ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЙ ОВАРИАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ ПО ДАННЫМ ГОСПИТАЛЬНОГО РЕГИСТРА

**Коваленко И.И., Данусевич И.Н., Наделяева Я.Г., Лазарева Л.М., Аталян А.В.,  
Сутурина Л.В.**

*ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (НЦ ПЗСРЧ), Иркутск,  
e-mail: innakov2010@yandex.ru*

В статье представлена структура причин и клинических проявлений преждевременной овариальной недостаточности (ПНЯ) по результатам обследования 29 женщин (средний возраст  $34 \pm 4,65$  года), обратившихся в НЦ ПЗСРЧ с апреля 2014 года по декабрь 2016 г. После подписания информированного согласия все пациентки были внесены в международный регистр ПНЯ (<https://poiregistry.net>). Методы исследования включали анкетирование, общеклиническое и гинекологическое исследование, ультразвуковое исследование органов малого таза, определение концентраций ФСГ, ЛГ, АМГ и эстрадиола с помощью иммуноферментного анализа. Наиболее частыми жалобами были: депрессия (83%), приливы жара (76%), тревога (69%), менструальные расстройства (65%), первичное бесплодие выявлено у 52%. Средний уровень ФСГ составил  $53 \pm 27,4$  МЕ/мл; ЛГ –  $29 \pm 14,01$  МЕ/мл; АМГ –  $0,16 \pm 0,13$  нг/мл; эстрадиола –  $202,06 \pm 112,6$  нм/л. Основными причинами ПНЯ явились хирургические вмешательства на органах малого таза (58%), в том числе по поводу эндометриоза (17%), и генетический фактор заболевания (10%).

**Ключевые слова:** преждевременная недостаточность яичников, нарушение менструального цикла, дефицит эстрогенов, ЗГТ

## CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH PREMATURE OVARIAN INSUFFICIENCY ACCORDING TO PATIENT REGISTRY

**Kovalenko I.I., Danusevich I.N., Nadeliaeva Y.G., Lazareva L.M., Atalian A.V.,  
Suturina L.V.**

*Scientific center of problems of family health and human reproduction, Irkutsk,  
e-mail: innakov2010@yandex.ru*

This article presents the causes and clinical manifestations of premature ovarian insufficiency (POI) in 29 women (mean age  $34 \pm 4.65$  years) consulted in the Scientific Center of Family Health and Human Reproduction Problems from April 2014 till December 2016. All patients signed the informed consent and were added to the international POI registry (<https://poiregistry.net>). Our study included interviewing, general and gynecological examination, pelvic ultrasound. FSH, LH, AMH and estradiol were measured by ELISA test. The most frequent complaints were depression (83%), hot flashes (76%), anxiety (69%), menstrual disorders (65%); primary infertility was detected in 52%. Serum hormone levels ( $M \pm SD$ ) were as follows: FSH –  $53 \pm 27.4$  IU/mL, LH –  $29 \pm 14.01$  IU/mL, AMH –  $0.16 \pm 0.13$  ng/mL, estradiol –  $202.06 \pm 112.6$  nM/L. The most frequent POI causes were pelvic surgery (58%), including ones due to endometriosis (17%), and genetic causes (10%).

**Keywords:** premature ovarian insufficiency, menstrual cycle disorders, estrogen deficiency, HRT

Согласно Рекомендациям Международного общества по менопаузе (IMS) по здоровью женщин зрелого возраста и менопаузальной гормональной терапии за 2016 г., под преждевременной недостаточностью яичников (ПНЯ) понимают первичный гипогонадизм в возрасте до 40 лет у женщин с нормальным кариотипом, которые ранее имели нормальный менструальный цикл [3, 9].

Клинически ПНЯ представляет собой синдром дефицита эстрогенов, основным проявлением которого является периодическая или стабильная аменорея у молодых женщин. Частота возникновения спонтанной ПНЯ составляет 1% среди женщин в возрасте до 40 лет и 0,1% среди женщин в возрасте до 30 лет [1, 9]. Развиваясь в репродуктивном возрасте, ПНЯ является одной из причин эндокринного бесплодия [2].

При отсутствии лечения женщины с ПНЯ являются непосредственными кан-

дидатами для развития метаболического синдрома, ССЗ, остеопороза, деменции, когнитивных нарушений. Уровень смертности данной категории пациенток повышается в два раза [5, 8, 11, 13].

ПНЯ может вызываться различными факторами, снижающими число ооцитов в яичнике. Первичная ПНЯ вызывается хромосомными аномалиями и мутациями генов. Любой дефект женской половой X-хромосомы может вызвать ПНЯ. Самой частой формой является синдром Тернера. Термин «ломкая X-хромосома» означает разломанность в длинном плече и различные дефекты – моносомия, трисомия, делеция и транслокации [1, 4, 6]. Всё большее количество женщин выживает после перенесённых злокачественных опухолей, однако химио- и лучевая терапия могут быть причинами вторичной ПНЯ. Вероятной причиной нарушения функций яичников в этом

случае является развитие в них фиброза и деструкции фолликулов. Степень повреждения яичников в результате лучевого и химического воздействия зависит от его дозы и продолжительности, а также от возраста пациентки [10]. Любое оперативное вмешательство на органах малого таза – удаление кист яичников, резекции, овариотомии, каутеризация при лечении СПКЯ, ЭМА, гистерэктомия – может повредить яичники как непосредственно, так и влияя на их кровоснабжение или вызывая воспалительный процесс в окружающих тканях. Проведение данных манипуляций без учёта дальнейших репродуктивных планов женщины зачастую приводит к выраженному снижению овариального резерва [10, 12]. К ведущим повреждающим факторам, воздействующим на эндокринные железы, относится хронический стресс. Индивидуальное восприятие повышенных физических и психических нагрузок может изменять регуляторную функцию иммунной системы и через повышение уровня кортикостероидных гормонов оказывать влияние на гипоталамо-гипофизарно-яичниковую систему [10]. Несомненную роль в уменьшении овариального резерва играет курение. Известно, что сниженный овариальный резерв у курящих женщин встречается в 3 раза чаще, чем у некурящих [10]. ПНЯ может быть ассоциирована с аутоиммунными заболеваниями. Приблизительно у 20% женщин с идиопатическим ПНЯ развивается гипотиреоз аутоиммунного генеза, системная красная волчанка, тиреоидиты, витилиго [9].

Увеличение концентрации уровня ФСГ в сыворотке крови более 25 Ед/л и снижение эстрадиола рассматриваются как маркеры яичниковой недостаточности. При повышении уровня ФСГ в 2 раза выше нормы крайне маловероятно наступление спонтанной беременности [8, 9, 13]. При ультразвуковом сканировании выявляется резкое уменьшение размеров матки и яичников, снижение количества фолликулов, вплоть до полного их отсутствия АМГ, который секретруется растущими фолликулами вплоть до селекции, может являться перспективным маркером для определения резерва яичников. Уровень АМГ, как маркер старения яичников, чётко коррелирует с числом антральных фолликулов, величиной пула примордиальных фолликулов и снижается с возрастом [1, 7, 9].

Лечение пациенток с ПНЯ направлено на коррекцию эстроген-дефицитного статуса и связанных с ним клинических проявлений. Методом выбора является заместительная гормональная терапия, позволяющая успешно корректировать симптомы гормональных нарушений. В то же время

данное состояние отлично от физиологической постменопаузы. Молодые женщины, у которых развивается спонтанное истощение яичников, нуждаются в долговременной терапии. Подобные пациентки должны наблюдаться хорошо осведомлёнными в проблеме специалистами, обладающими достаточными знаниями и владеющими психотерапевтическими навыками [8, 9, 12].

**Цель исследования:** установить структуру причин и клинических проявлений ПНЯ по данным госпитального регистра и дать оценку частоты использования заместительной гормональной терапии.

#### Материалы и методы исследования

За период с апреля 2014 г. по декабрь 2016 г. в Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека обратились 29 женщин репродуктивного возраста (до 40 лет, средний возраст –  $34 \pm 4,65$  года), которым был установлен диагноз ПНЯ. После подписания информированного согласия все пациентки были внесены в международный регистр ПНЯ (<https://poiregistry.net>).

Основным критерием постановки диагноза ПНЯ являлись: уровень ФСГ в сыворотке крови более 25 МЕ/л, определяемый дважды с 4-недельным интервалом (в соответствии с критериями Европейского общества репродукции и эмбриологии человека (ESHRE, 2015), эпизодическая или стабильная аменорея у женщин моложе 40 лет, нарушение менструального цикла (НМЦ) и клинические проявления дефицита эстрогенов.

Обследование включало опрос в соответствии со структурой международного регистра ПНЯ с оценкой социодемографических данных, семейного и репродуктивного анамнеза, длительности и истории заболевания, характера терапии. Проводилась оценка антропометрических данных с вычислением индекса массы тела (ИМТ), осмотр молочных желёз, гинекологическое исследование с исследованием мазка на онкоцитологию (PAP-smear test), УЗИ органов малого таза с использованием аппарата «Aloka-5500» (Япония) и вагинального датчика с частотой 7,5 МГц. Лабораторные исследования включали исследование ФСГ, ЛГ, АМГ, эстрадиола методом иммуноферментного анализа, с использованием автоматического фотометра для микропланшет ELx808™ (USA). Для исследования ФСГ использовали тест-системы «Гонадотропин ИФА-ФСГ», для исследования ЛГ – «Гонадотропин ИФА-ЛГ», («Алкор Био», Россия). Для исследования эстрадиола использовали тест-системы «эстрадиол-ИФА» (ООО «ХЕМА, Россия), для исследования АМГ – «AMHGenIIELISA» (BeckmanCoulter, США).

При проведении исследования соблюдались принципы, изложенные в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (1961 г.), исследование было одобрено Локальным этическим комитетом ФГБНУ НЦПЗСРЧ.

Статистический анализ проводили с помощью пакета прикладных программ STATISTICA 6.0.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Среди обследованных женщин преобладали служащие (93%), домохозяйки

составили 7%. Почти все пациентки имели высшее образование (91%), 9% женщин были со средне-специальным образованием. 6% обследованных женщин сообщили о наличии профессиональных вредностей, курение в анамнезе отмечено у 5 (17,3%) пациенток, при этом 14% были активными курильщицами более 7 лет, а на момент обследования данную вредную привычку имели 2 (7%) женщины.

Среди жалоб у женщин, вошедших в регистр ПНЯ, чаще всего встречались депрессия (83%), приливы (76%), тревога (69%), нарушения менструального цикла (65%). Отсутствие беременности (первичное бесплодие) было зарегистрировано у 15 пациенток (52%). 20% женщин отметили повышение веса.

Средний возраст менархе составил  $13,40 \pm 0,45$  года. При анализе показателей репродуктивной функции установлено, что 14 женщин (48%) в анамнезе имели беременности, из них у 12 (41%) беременности закончились родами. При этом одни роды в анамнезе были у 6 (21%) пациенток, 2 родов – у 5 (17%), 3 родов в анамнезе имела 1 женщина (3,5%). Аборты отмечены у 6 пациенток (21%), и 2 женщины (7%) имели внематочную беременность. Трое имели дважды безуспешные попытки ЭКО.

Из сопутствующей соматической патологии чаще всего встречались заболевания щитовидной железы. Так, аутоиммунный тиреоидит (АИТ) был выявлен у 5 женщин (17%) с ПНЯ, а гипотиреоз – у 3 (10%). Метаболический синдром обнаружен у 2 пациенток (7%), СД 2-го типа – у одной (3,5%) и ожирение – у 3 (10%) пациенток. Индекс массы тела (ИМТ) в среднем составил  $22,8 \pm 4,95$  кг/м<sup>2</sup>, при этом 10% пациенток имели ожирение и 1 женщина (3,5%) – избыточную массу тела. Остеопороз зарегистрирован у 2 (7%) женщин, и остеопения – у 3 (10%) пациенток.

Среди перенесённых и сопутствующих гинекологических заболеваний у обследованных женщин наиболее часто регистрировался эндометриоз яичников (таблица).

При анализе структуры причин, приводящих к ПНЯ, оперативные вмешательства на органах малого таза были отмечены у 17 из 29 женщин (58%), причём наиболее часто были произведены резекции яичников по поводу эндометриоза (17%). В одном случае пациентка перенесла экстирпацию матки с придатками по поводу злокачественной опухоли яичника, без применения химиотерапии, кроме того, зарегистрирован случай ампутации матки по поводу послеродового атонического кровотечения.

Генетическая природа заболевания была выявлена у 3 (10%) пациенток: у 1 (3%) – с чистой формой дисгенезии гонад (Синдром Свайера) с проведением оперативного лечения в подростковом возрасте (удаление дисгерминомы, гонадобластомы), и у 2 (7%) – с характерным семейным анамнезом (прекращение менструальной функции у матерей в 38 лет).

У 2 пациенток прекращение менструальной функции на фоне высоких значений ФСГ было ассоциировано с беременностью (в одном случае – после неосложнённых родов, во втором – после неразвивающейся беременности). Также зарегистрирован один случай манифестации ПНЯ после перенесённого стресса. У остальных пациенток видимых причин обнаружено не было.

При проведении гормональных исследований средний уровень ФСГ составил  $53 \pm 27,4$  МЕ/мл, ЛГ –  $29 \pm 14,01$  МЕ/мл, АМГ –  $0,16 \pm 0,13$  нг/мл, эстрадиола –  $202,06 \pm 112,6$  нм/л. При ультразвуковом исследовании органов малого таза отсутствие фолликулярного аппарата отмечено у 17 из 29 женщин (59%), количество антральных фолликулов менее 3 зарегистрировано у 7 (24%) пациенток, у 2 женщин зарегистрировано отсутствие обоих яичников, один яичник отсутствовал у 3 пациенток.

Необходимо отметить, что на момент обращения в ФБГНУ НЦ ПЗСРЧ диагноз ПНЯ был поставлен только у 11 женщин. При этом только 5 из 29 пациенток (17%) получали гормональное лечение по поводу

Гинекологические заболевания в анамнезе у женщин с ПНЯ

Заболевания (Шифр МКБ-10)	n (%)
Эндометриоз яичников(N80.1)	5 (17)
Аденомиоз (N80)	3 (10)
Наружный генитальный эндометриоз (НГЭ) (N80.4)	3 (10)
СПКЯ (E28.2)	2 (7)
Серозная киста (D27)	2 (7)
Дермоидная киста (L72.0)	2 (7)
Внематочная беременность	2 (7%)
Рак яичника (C56)	1 (3,5)
Атоническое кровотечение п/родов (O72)	1 (3,5)

ПНЯ: заместительную гормональную терапию (эстрадиол и дидрогестерон) использовали трое из них, а двое получали комбинированные оральные контрацептивы с эстрадиолом.

В соответствии с результатами нашего исследования основными причинами овариальной недостаточности у женщин, вошедших в регистр ПНЯ ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ в 2014–2016 гг., являлись хирургические вмешательства на органах малого таза и генетические факторы. Наиболее значимыми клиническими симптомами были депрессия, приливы, тревога, НМЦ и первичное бесплодие. Сведения о поздней диагностике ПНЯ и несвоевременном назначении заместительной гормональной терапии согласуются с полученными ранее данными о том, что 50% женщин с данной проблемой до момента постановки правильного диагноза посещают более 3 врачей [10,13]. Таким образом, существуют значительные резервы в оптимизации диагностического процесса и обеспечении своевременной патогенетической терапии женщин с преждевременной овариальной недостаточностью.

#### Список литературы

1. Марченко Л.А., Залетаев Д.В. Генетическая гетерогенность преждевременного истощения яичников и наследственные факторы ранней менопаузы // Проблемы репродукции. – 2007. – № 1. – С. 6–12.
2. Шипхинева Т.И., Сутурина Л.В., Даржаев З.Ю., Цыренов Т.Б., Ринчиндоржиева М.П. Характеристика причин эндокринного бесплодия у русских и буряток по данным обращаемости // Acta Biomedica Scientifica. – 2010. – № 6. – С. 99–101.
3. Baber R.J., Panay N., Fenton A. и рабочая группа IMS. Рекомендации IMS 2016 г. по здоровью женщин зрелого возраста и ПНЯ // Climacteric. – 2016. – doi.org/10.3109/13697137.2015.112916.
4. Brant W.O., Rajimwale A., Lovell M.A. et al. Gonadoblastoma and Turner syndrome // J. Urol. – 2006. – Vol. 175. – С. 1858–1860.
5. Fenton A., Panay N. Estrogen, menopause and joints // Climacteric. – 2016. – Vol. 19 (2). – P. 107–108.
6. Hagerman R.J., Leavitt B.R., Farzin F. et al. Fragile X-associated tremor/ataxia syndrome (FXTAS) in females with the FMR1 premutation // Am. J. Hum. Genet. – 2004. – Vol. 74. – P. 1051–1056.
7. Lambalk C.B., van Disseldorp J., de Koning C.H., Broekmans F.J. Testing ovarian reserve to predict age at menopause // Maturitas. – 2009. – Vol. 63. – P. 280–291.
8. Panay N., Fenton A. Menopause in the 21st century: the need for research and development // Climacteric. – 2016. – Vol. 19 (3). – P. 213–214.
9. Panay N., Kalu E. Management of premature ovarian failure // Best Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol. – 2009. – Vol. 23 (1). – P. 129–140.
10. Panay N., Fenton A. Iatrogenic menopause following gynecological malignancy: Time for action! // Climacteric. – 2016. – Vol. 19 (1). – P. 1–2.
11. Schenck-Gustafsson K., Brincat M., Erel T., Gambacciani M., Lamberdounaki I., Tremorlieres F. et al. EMAS position statement: managing the menopause in the context of coronary heart disease // Maturitas. – 2011. – Vol. 68. – P. 94–97.
12. Stenchever M.A., Droegemueller W., Herbst A.L. et al. Primary secondary amenorrhea // In: Stenchever M.A., Droegemueller W., Herbst A.L., Mishell D.R.J., eds. Comprehensive gynecology. – St. Louis: Mosby, 2001. – P. 1099–1123.
13. Vujovic S., Brincat M., Erel T., Gambacciani M., Lambrinouaki I., Moen M.H. et al. EMAS position statement: Management women with premature ovarian failure // Maturitas. – 2010. – Vol. 67. – P. 91–93.

УДК 616.13/8-07-08

## ДИССЕКЦИЯ БРАХИОЦЕФАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНЫХ СОБЫТИЙ В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР И КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

<sup>1</sup>Корно Н.В., <sup>1</sup>Иванова Н.Е., <sup>2</sup>Рошковская Л.В., <sup>2</sup>Качесов Э.Ю., <sup>2</sup>Нефедов К.С.,  
<sup>2</sup>Харькова М.Ю., <sup>1</sup>Иванов А.Ю., <sup>3</sup>Труфанов Г.Е., <sup>3</sup>Соколов А.В.

<sup>1</sup>Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А.Л. Поленова, филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова», МЗ РФ, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>СПб ГБУЗ «Александровская больница», Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» МЗ РФ, Санкт-Петербург, e-mail: ivamel@yandex.ru

Представлены данные литературы о диссекции внутренней сонной (ВСА) и позвоночной (ПА) артерий в молодом возрасте. Проведен анализ клинического наблюдения после эндоваскулярного лечения диссекции левой внутренней сонной артерии (ЛВСА). Используются специальные методы оценки когнитивных нарушений и функциональной МРТ (ФМРТ) для изучения структурно-функциональной реорганизации коры головного мозга. Выполнен стандартный диагностический нейрохирургический комплекс (КТ, МРТ, ЭЭГ) и ФМРТ с нейропсихологическим тестированием. Проведено стентирование ЛВСА на фоне протяженной диссекции. Оценена динамика неврологической симптоматики и когнитивного статуса, показаны особенности структурно-функциональной организации коры головного мозга данной пациентки при регрессе очагового неврологического дефицита и когнитивных нарушений. Продемонстрирована структурно-функциональная реорганизация в коре головного мозга после эндоваскулярного лечения диссекции ЛВСА.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт в молодом возрасте, спонтанная диссекция брахиоцефальных артерий, внутренняя сонная артерия, позвоночная артерия, расслаивающая аневризма аорты, митохондриальная артериопатия, интрамуральная гематома

## DISSECTION OF THE BRACHIOCEPHALIC ARTERIES AS A CAUSE OF CEREBROVASCULAR EVENTS AT A YOUNG AGE. LITERATURE REVIEW AND CLINICAL OBSERVATION.

<sup>1</sup>Korno N.V., <sup>1</sup>Ivanova N.E., <sup>2</sup>Roszkowskaya L.V., <sup>2</sup>Kachesov E.U., <sup>2</sup>Nefedov K.S.,  
<sup>2</sup>Kharkova M.Y., <sup>1</sup>Ivanov A.Y., <sup>3</sup>Trufanov G.E., <sup>3</sup>Sokolov A.V.

<sup>1</sup>Russian Polenov neurosurgical institute, branch of Federal State National Almazov Medical Research Centre of MH of RF, St. Petersburg;

<sup>2</sup>Aleksandrovskaya hospital, St. Petersburg;

<sup>3</sup>Federal State National Almazov Medical Research Centre of MH RF, St. Petersburg, e-mail: ivamel@yandex.ru

The literature data with dissection of the internal carotid (ICA) and vertebral (VA) arteries presented at a young age. Stroke, as a result of dissection, usually develops in young adults who are not affected by traditional vascular risk factors, often after exposure to provoking factors (slight head injury / neck injury, sudden head movements, physical stress, contraceptive use, etc.). The analysis of clinical observation after endovascular treatment of left internal carotid artery dissection (LICA) was performed. Special methods for the evaluation of cognitive impairment and functional MRI (fMRI) used to study the structural and functional reorganization of the cerebral cortex. A standard diagnostic neurosurgical complex (CT, MRI, EEG) and fMRI with neuropsychological testing was performed. The LICA is stented against a background of extensive dissection. The dynamics of neurological symptoms and cognitive status is evaluated, the peculiarity of the structural and functional organization of the cortex of this patient is shown in case of regression of focal neurological deficit and partially cognitive impairment. Demonstrate the structural and functional reorganization in the cerebral cortex after endovascular treatment of the LICA dissection.

**Keywords:** ischemic stroke in young age, spontaneous dissection of brachiocephalic arteries, internal carotid artery, vertebral artery, exfoliating aortic aneurysm, mitochondrial arteriopathy, intramural hematoma

В 10–25% случаев причиной ишемического инсульта у пациентов в молодом возрасте является спонтанная или травматическая диссекция цервикальных артерий (ДЦА) [1]. По данным крупных популяционных исследований, ДЦА диагностируется в 1,7–2,6, а позвоночных – в 1–1,5 случая на 100 тыс. населения в год. Риск повторно-го расслаивания сонных артерий в первый

месяц составляет около 2%, в течение года – еще 1%. Для улучшения комбинированного лечения и функциональных исходов инсультов, связанных с диссекцией, имеет значение своевременно собранный анамнез заболевания, интерпретация неврологического статуса и данные нейровизуализации [2].

Смертность у пациентов данной группы варьируется в зависимости от локализации

диссекции. В экстракраниальных отделах ВСА и ПА составляет приблизительно 5–10%. Показатели смертности при интракраниальной локализации приближаются к 70% и выше [3].

Несмотря на усовершенствование методов лучевой диагностики в последние годы, прижизненная диагностика диссекций экстра-интракраниальных артерий по-прежнему остается затруднительной. Весьма специфичным и чувствительным методом диагностики спонтанной и травматической ДЦА является стандартная церебральная ангиография. Широко распространение получили МР-АГ и КТ-АГ [4, 5, 6, 7]. Классический вид диссекции по данным интраскопии – обнаружение заузненного неравномерного просвета сосуда (интрамуральная гематома). Также характерно наличие пролонгированного стеноза расщелившейся артерии (по типу «крысиного хвоста»), либо полной окклюзии сосуда, с образованием «псевдоаневризмы» или расщеливающей аневризмы. Повторные МР-АГ позволяют выявить характерные для диссекции периоды реканализации. Ультразвуковое исследование фиксирует неспецифические нарушения стенки сосуда и кровотока, как правило требующие дальнейшей верификации [8, 9].

Клиническая значимость спонтанной и травматической ДЦА заключается в развитии транзиторных ишемических атак (ТИА), тяжелого ишемического инсульта или субарахноидального кровоизлияния (САК), требующего специфического эндovasкулярного лечения, в зависимости от состояния сосудистой стенки по данным церебральной ангиографии [10]. Патогенетическим механизмом развития ишемического инсульта при ДЦА является окклюзия, приводящая к «фенестрации интимы», либо формирование ложного просвета сосудистой стенки («псевдоаневризмы»), а также инициация процесса тромбогенеза, и, как следствие, эмболия дистальных отделов сосуда, и лишь у незначительного числа больных диагностируется гемодинамический подтип инсульта. Развитие субарахноидальных кровоизлияний возникает вследствие разрыва расщеливающих аневризм [9].

В основе диссекции – слабость артериальной стенки, предположительно вследствие митохондриальной цитопатии. В большинстве случаев диссекция возникает в экстракраниальных сосудах – 88% (каротидная – 58%, вертебральная – 30%). Интракраниальная локализация встречается у 12% пациентов. Возраст манифестации заболевания в среднем составляет 46,7 лет [11]. В 75% случаев при ДЦА поражаются проксимальные отделы внутренней сонной

артерии (ВСА) (около 2 см дистально к бифуркации), у 15% пациентов – V1–V2 сегменты позвоночных артерий (ПА). В остальных случаях – дистальные отделы ВСА, СМА, позвоночная артерия (ПА) или основная артерия. Диссекции цервикальных и церебральных артерий могут происходить спонтанно или вторично по отношению к основному или незначительным травмам. У некоторых пациентов они ассоциируются с исходной артериопатией, например, фибромускулярная дисплазия, патологические извитости и изгибы сосудистой стенки, заболевания соединительной ткани, в том числе синдром Марфана, Эрлеса-Данлоса, специфическое и неспецифическое воспаление сосудистой стенки [12, 13].

Типичными симптомами являются головные боли, включая «атипичные лицевые боли», «мигреноподобные» головные боли, имеющие различный характер (тухая, давящая, постоянная, реже пульсирующая или острая); зрительные нарушения, частичный синдром Горнера, пульсирующий шум в ушах, поражение ЧМН и другие очаговые симптомы [14].

Клинический случай. Больная Я., 35 лет, доставлена в ГБ № 17 29.08.2016 г. в 11.07, активных жалоб не предъявляет в связи с речевыми нарушениями, известно, что 9.08.2016 произошло дорожно-транспортное происшествие (ДТП). Из анамнеза известно, что длительное время принимает оральные контрацептивы, курит.

В неврологическом статусе при поступлении – моторная и сенсорная афазия, тонус в правых конечностях снижен, правосторонний гемипарез в руке до плечевой, в ноге до 3 баллов, сухожильные и периостальные рефлексы повышены справа, с диссоциацией по оси, патологические знаки справа, правосторонняя гемигипестезия. Координаторные пробы не выполняет в связи с речевыми и двигательными нарушениями. Оценка по шкалам: NIHSS – 12 баллов; Рэнкин – 4; Ривермид – 2; Глазго – 15.

По данным КТ головного мозга от 29.08.2016 в 11.12: патологические изменения вещества головного мозга, травматические повреждения костей свода и основания мозга на момент исследования не выявлены.

Цветовое дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий (БЦА) 11.15: признаков гемодинамически значимого стенозирования в артериях правого каротидного бассейна не выявлено; УЗ-признаки диссекции ЛВСА (средняя треть), на расстоянии 32 мм от устья, с явлениями неокклюзирующего тромбоза экстракраниального отдела ЛВСА

(по спектральному анализу до 70–75%). Гемодинамически значимого стенозирования в артериях ВББ не выявлено, вариант «малой» правой позвоночной артерии, кровотоков по ПА и ОА компенсирован, D>S, признаков подключично-позвоночного обкрадывания не выявлено. Неравномерность картирования ЛСМА, с акцентом на уровне M1/M2, с локальным увеличением ЛСК до 310 см/с (стенозирование тромбом) ЛСМА до 80% по спектральному анализу на границе M1/M2).

Осмотр кардиолога от 30.08.2016 г.: Врожденный порок сердца. Недостаточность клапана легочной артерии. Тромбоэмболический синдром? Диагноз: острое нарушение мозгового кровообращения в бассейне левой средней мозговой артерии от 29.08.2016 г. на фоне травматической диссекции слева. Возможно, во время ДТП произошла травматизация внутренней сонной артерии и ее растяжение на поперечных отростках C<sub>II</sub>–C<sub>III</sub>. Принято решение проводить системный тромболизис с Актилизе.

Цветовое дуплексное сканирование БЦА после системного тромболизиса: улучшение кровотока по ЛСМА (крово-

ток картируется на протяжении сегментов M1, M2), скоростные показатели кровотока по ЛСМА на уровне сегмента M1 – в пределах возрастной нормы, на уровне M2 – окальное увеличение ЛСК до 160 см/с (по спектральному анализу) до 60%. После проведения системного тромболизиса отмечается положительная динамика в неврологическом статусе в виде нарастания силы в правых конечностях в руке до 4 баллов, в ноге – полное восстановление силы до 5 баллов, но речевые нарушения сохраняются, оценка по шкалам NIHSS – 6 баллов; Рэнкин – 4; Ривермид – 2. Пациентке решено провести селективную церебральную ангиографию для определения дальнейшей тактики лечения.

По данным ЦАГ от 29.08.2016 г: определяется протяженная диссекция ЛВСА С5 сегмента (по E. Fischer); стенозирование тромбом сегмента M1; ретроградное заполнение до уровня M3 через корковые анастомозы и ВББ. С целью профилактики фатального полушарного инсульта пациентке по жизненным показаниям рекомендовано выполнение стентирования левой ВСА (рис. 1а, б, в).

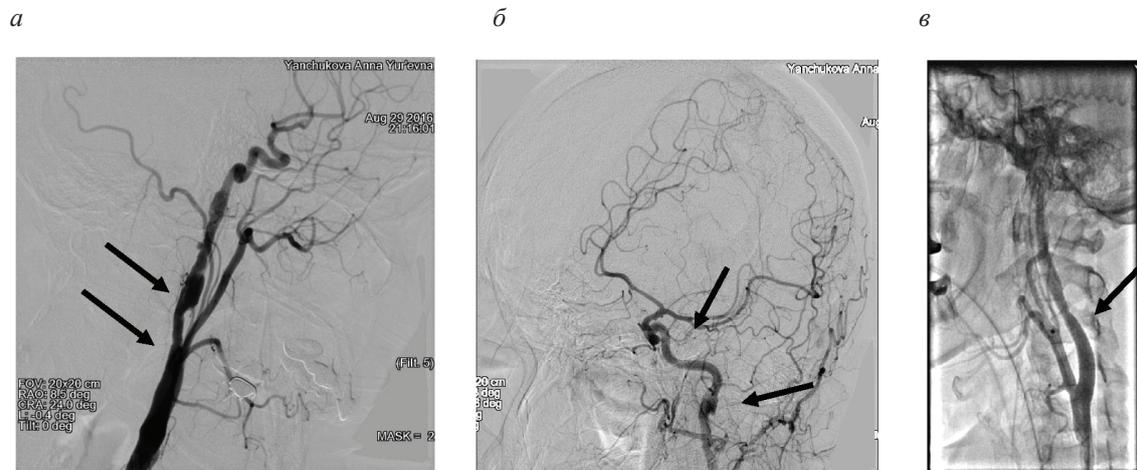


Рис. 1. Селективная церебральная ангиография больной Я., 35 лет, с диагнозом ОНМК по типу ишемии в БЛСМА от 29.08.2016 г. на фоне диссекции ЛВСА:

а – определяется протяженная диссекция ЛВСА С5 сегмента (по E. Fischer); б – стенозирование тромбом сегмента M1; ретроградное заполнение до уровня M3 через корковые анастомозы и ВББ; в – стентирование ЛВСА: в дистальные отделы левой ОСА и в НСА на проводнике заведена проксимальная защита эмболии «Мота» 9F. По проводнику в область протяженной диссекции проведены поочередно, позиционированы и раскрыты 2 стента Precise 7,0x40 мм

В послеоперационном периоде – без нарастания общемозговой и очаговой неврологической симптоматики. На КТ ГМ от 30.08.2016 г. в левой лобной доле определяется гиподенсный очаг с участками геморрагического пропитывания (19x29x30 мм). Рекомендована двойная дезагрегантная терапия в течение 6 месяцев.

Общий генетический риск тромбофилии по исследованным генетическим маркерам находится в пределах общепопуляционных значений.

Оценка когнитивных нарушений в динамике (в острейшем и остром периодах инсульта – 1/8 сутки) по данным нейропсихологического тестирования: амбидекстра; литеральные ассоциации – 0/2 балла; категориальные ассоциации – 0/2 балла; MMSE-5/25 баллов; FAB-7/15 баллов; заучивание и воспроизведение 10 слов – 0/4 балла, тест рисования часов – 0/5 баллов; Бостонский тест называния – 0/6 баллов; тест повторения цифр – 1–1/3–3 баллов; субтест на символно-цифровое сочетание – 12/18 баллов, тест Бендера – 2/8 баллов. Выраженные когнитивные нарушения смешанного характера в виде дисфункции лобно-подкорковых образований головного мозга слева (быстрая истощаемость когнитивной деятельности, моторная афазия); структур гиппокампового круга (снижение объема зрительной, слухоречевой и оперативной памяти), а также височно-теменно-затылочной области (элементы амнестической афазии, конструктивной и динамической апраксии, акалькулии и зрительно-моторной дискоординации). Тест «память» в «Ежедневной жизни»: 80/46 баллов. По шкале Гамильтона для оценки депрессии и тревоги: 21/15, что соответствует симптоматической тревоге и депрессии.

В острейшем периоде инсульта у пациентки отмечались выраженные когнитивные нарушения в виде деменции легкой степени выраженности, после проведенной тромболитической терапии и стентирования левой ВСА по жизненным показаниям выявлена тенденция к регрессу когнитивных и двигательных нарушений. 1.09.2016 переведена на отделение неврологии с положительной динамикой в виде частичного регресса моторной афазии и полного восстановления силы в правых конечностях.

Особенностью данного наблюдения является несоответствие временных показателей между травмой и тяжестью последствий (диссекция), что придает травме в этом случае роль не причинного, а провоцирующего фактора в условиях предшествующих диспластических изменений в стенке артерии, позволяя расценивать диссекцию как, возможно, спонтанную [8, 9].

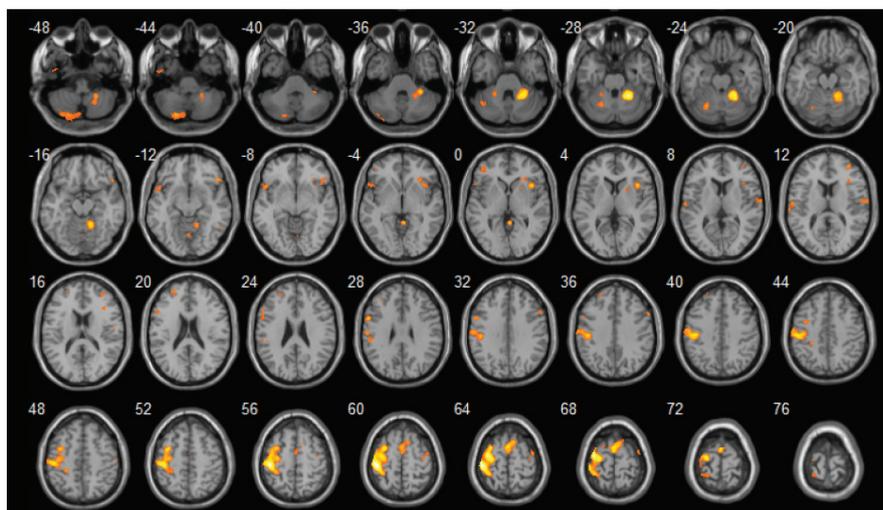
Отдаленные результаты (через три месяца). Очаговая неврологическая симптоматика представлена легкой правосторонней пирамидной недостаточностью. Оценка когнитивных нарушений: литеральные ассоциации – 4 балла; категориальные ассоциации – 4 баллов; MMSE – 28 баллов; FAB – 20 баллов; заучивание и воспроизведение 10 слов – 9 баллов, тест рисования часов – 9 баллов; Бостонский тест называния – 10 баллов; тест повторения цифр – 4–3 баллов; субтест на символно-цифровое сочетание – 45 баллов; тест Бендера – 16 баллов. Легкие когнитивные нарушения смешанного характера в виде дисфункции лобно-подкорковых образований головного мозга справа: быстрая истощаемость когнитивной деятельности; легкое снижение объема оперативной памяти. Тест «память» в «Ежедневной жизни» – 18 баллов (легкие нарушения памяти), депрессивное расстройство средней степени тяжести и симптоматическая тревога (Шкала Гамильтона 14/15).

По данным МРТ головного мозга определяются кистозно-атрофические изменения в глубоких отделах левой лобной доли, проведена ФМРТ с использованием активирующих заданий (рис. 2а). При выполнении функционального задания определяются участки активации в прецентральной – поле Бродмана 6, постцентральной – Поля Бродмана 2, 3, 1, а также лобной и височной области ПБ 42, 47 слева. Справа активация островковой зоны ПБ13–14 (рис. 2б). При выполнении счетных операций активируются следующие зоны головного мозга: префронтальная и постцентральная кора ПБ 9, 10 с 2-х сторон; верхняя теменная область слева ПБ 7; нижняя теменная область с 2 сторон ПБ 39, 40 – часть зоны Вернике, анализатор сложных профессиональных, трудовых и бытовых навыков. Справа – активация акустико-гностического сенсорного центра речи ПБ 38. Это поле контролирует трудовые процессы, а также ответственно за понимание речи (рис. 2в).

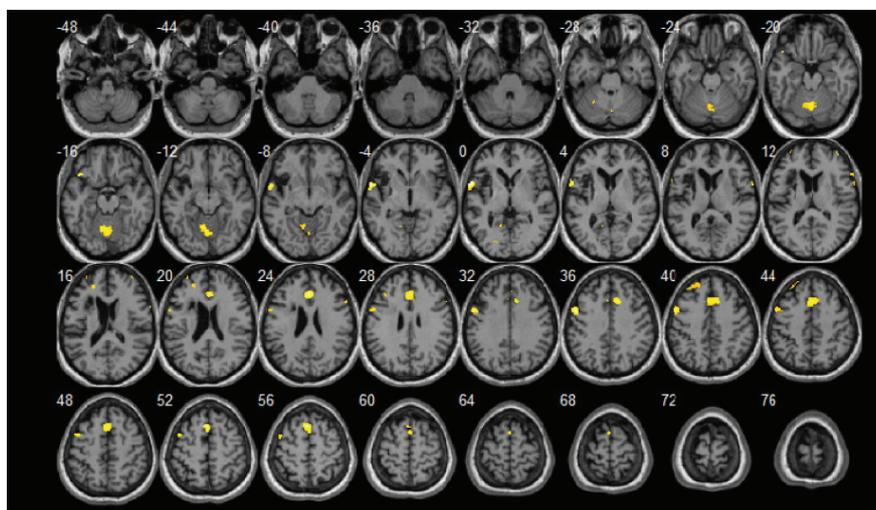
Речевые нагрузки вызывали большое количество активаций в ответ на все предъявляемые стимулы (маркировано оранжевым). Определялись участки активации в латеральных и дорсо-латеральных отделах лобной области ПБ 6, 9, в верхней височной извилине и поясной коре с 2 сторон ПБ32, в задних отделах полушарий мозжечка.

Отличия в организации речевых зон подчеркивают необходимость выявления функциональной асимметрии полушарий головного мозга с использованием прямой стимуляции при выполнении ФМРТ, что может использоваться на этапах коррекции когнитивных нарушений в восстановительном периоде у больных с ишемическим инсультом.

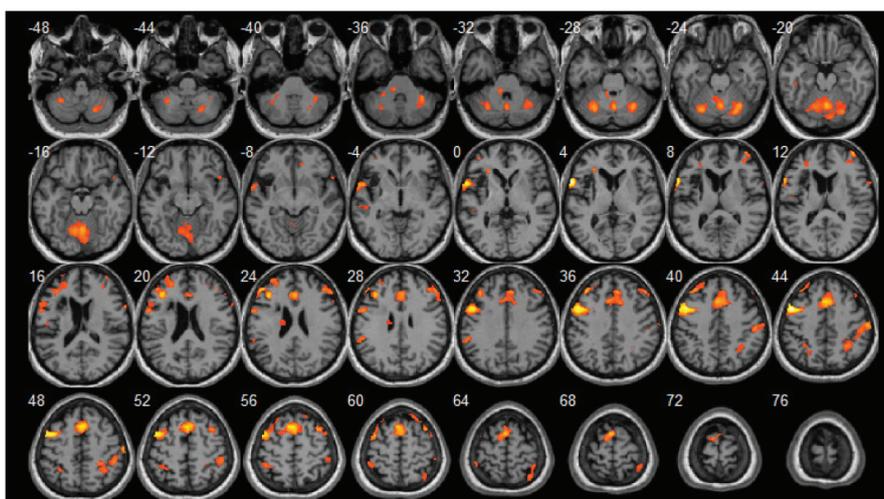
*a*



*б*



*в*



*Рис. 2. а – ФМРТ больной Я, 35 л., спустя 3 месяца после эндоваскулярного лечения. Тест распознавания предъявляемых изображений, запоминание и фиксация повторяющихся изображений; б – повторяющиеся «простые и сложные счетные операции»; в – исследование автоматизированной и номинативной функции речи «называние простых слов на согласные буквы»*

### Заключение

Особенностью данного клинического наблюдения является ранняя качественная диагностика и своевременно оказанное комплексное лечение ишемического инсульта на фоне диссекции ЛВСА. Прослежен катамнез сроком 3 месяца, отмечен быстрый регресс очаговой неврологической симптоматики. Проведена оценка когнитивного статуса в динамике с использованием ФМРТ. По данным нейропсихологического тестирования отмечена положительная динамика. При выполнении функциональных заданий выявлено увеличение активаций на все предъявляемые стимулы, а также отличия в организации речевых зон. Определение нейродинамических изменений может являться важной ступенью при лечении когнитивных нарушений у пациентов с ишемическим инсультом.

### Список литературы

1. Ducrocq X., Lacour J.C., Debouverie M., Bracard S., Girard F., Weber M. // Accidents vasculaires cérébraux ischémiques du sujet jeune. Étude prospective de 296 patients âgés de 16 à 45 ans // *Rev Neurol.* 1999;155:575–582.
2. Peron S., Jimenez-Roldán L., Cicuendez M., Millán J.M., Ricoy J.R., Lobato R.D., Alday R., Alén J.F., Lagares A. // Ruptured dissecting cerebral aneurysms in young people: report of three cases // *Acta Neurochir (Wien)* 2010; 152(9):1511–1517. doi: 10.1007/00701-010-0688-4.
3. Hart R.G., Easton J.D. Dissections. – *Stroke.* 1985; 16:925–927.
4. Morimoto K., Nagahata M., Ono S., Miura H., Tsushima F., Seino H., Kakehata S., Basaki K., Uno S., Abe Y. // Incidence of unilateral distal vertebral artery aplasia: evaluation by combining basiparallel anatomic scanning-magnetic resonance imaging (BPAS-MRI) and magnetic resonance angiography // *Jpn J. Radiology* 27: 151–155, 2009.
5. Rodallec M.H., Marteau V., Gerber S., Desmottes L., Zins M. // Craniocervical arterial dissection: spectrum of imaging findings and differential diagnosis // *Radiographics* 28 (6):1711–28, 2008.
6. Krings T, Choi I.S. // The many faces of intracranial arterial dissections // *Interv Neuroradiol.* 2010; 16:151–160.
7. Baumgartner R.W., Lienhardt B., Mosso M., Gandjour J., Michael N., Georgiadis D. // Spontaneous and endothelial-independent vasodilation are impaired in patients with spontaneous carotid dissection. A case control study // *Stroke.* 2007; 38:405–406.
8. Калашникова Л.А., Кротенкова М.В., Коновалов Р.Н. и др. // Спонтанная диссекция (интрамуральное кровоизлияние) в артериях вертебрально-базиллярной системы и ишемический инсульт // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* – 2007. – № 5. – С. 16–23.
9. Berletti R., Cavagna E., Cimini N., Moretto G., Schiavon F. // Dissection of epiaortic vessels: clinical appearance and potentiality of imaging techniques // *Radiol Med.* 2004;107:35–46.
10. Krings T., Choi I.S. // The many faces of intracranial arterial dissections // *Interv Neuroradiol.* 2010;16:151–160.
11. Baumgartner R.W., Lienhardt B., Mosso M., Gandjour J., Michael N., Georgiadis D. // Spontaneous and endothelial-independent vasodilation are impaired in patients with spontaneous carotid dissection. A case control study // *Stroke.* – 2007; 38:405–406;
12. Евтушенко С.К., Лисовский Е.В., Евтушенко О.С. Дисплазия соединительной ткани в неврологии и педиатрии. Клиника, диагностика, лечение // *Руководство для врачей.* – Донецк, 2009. – С. 372.
13. Kidwell C.S. Dissection Syndromes: PHD thesis. Dec 08, 2015.
14. Zohrabian D. Carotid Artery Dissection Clinical: PHD Thesis. Dec 14, 2016.

УДК 616-008.9-018:577.115.3

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬФА-ЛИПОЕВОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ОКСИДАТИВНОМ СТРЕССЕ

**Корнякова В.В., Конвай В.Д., Степанова И.П., Ашвиц И.В., Муратов В.А.**

*ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск,  
e-mail: rector@omsk-osma.ru*

Известно, что окислительный стресс развивается при многих патологических состояниях. Фармакологические средства с антиоксидантной активностью способствуют ограничению процессов свободнорадикального окисления, ограничивая проявление оксидативного стресса. Эффективным средством антиоксидантной терапии признана альфа-липоевая кислота. Она снижает интенсивность процессов свободнорадикального окисления, ограничивает генерацию активных форм кислорода, нормализует активность антиоксидантных ферментов, содержание глутатиона и убихинона. Препараты, содержащие альфа-липоевую кислоту, успешно применяются в комплексном лечении больных сахарным диабетом. Ее эффективность доказана при лечении острого пиелонефрита, возрастной макулодистрофии и увеита, а также других патологических состояниях. Известно, что длительные интенсивные физические нагрузки сопровождаются интенсификацией процессов перекисного окисления липидов и снижением функциональной активности антиоксидантной системы. В связи с этим можно предположить, что альфа-липоевая кислота может найти применение для восстановления антиоксидантного статуса при физическом перенапряжении и перетренированности у спортсменов.

**Ключевые слова:** альфа-липоевая кислота, оксидативный стресс, антиоксидантная система, антиоксиданты, физические нагрузки

## ROSPECTS FOR THE USE OF ALPHA-LIPOIC ACID IN OXIDATIVE STRESS

**Kornyakova V.V., Conway V.D., Stepanova I.P., Ashvits I.V., Muratov V.A.**

*Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: rector@omsk-osma.ru*

It is known that oxidative stress develops at many pathological conditions. Pharmacological agents with antioxidant activity contribute to limiting the processes of free radical generation, limiting the manifestation of oxidative stress. Alpha-lipoic acid is recognized as an effective antioxidant therapy. She is reduces the intensity of processes of free radical oxidation, limits the generation of active forms of oxygen, normalizes the activity of antioxidant enzymes, the content of glutathione and ubiquinone. Preparations containing alpha-lipoic acid are successfully used in the complex treatment of patients with diabetes mellitus. Its effectiveness has been proven in the treatment of acute pyelonephritis, age-related macular degeneration and uveitis, as well as other pathological conditions. It is known that prolonged intense exercise is accompanied by intensification of lipid peroxidation processes and a decrease in the functional activity of the antioxidant system. In this regard, it can be assumed that alpha-lipoic acid can be used to restore the antioxidant status during physical overstrain in athletes.

**Keywords:** alpha-lipoic acid, oxidative stress, antioxidant system, antioxidants, exercise

Оксидативный стресс развивается при ишемии, стрессах, нарушении мозгового кровообращения, бронхолегочных патологиях, сахарном диабете и его сосудистых осложнениях, атеросклерозе, ревматоидном артрите, гипотиреозе и других патологических состояниях [8, 18, 20, 41]. Ограничение генерации свободных радикалов возможно путем применения фармакологических препаратов с антиоксидантной активностью, как то: витаминов Е и С, селена, мексидола, эмоксипина, а также и альфа-липоевой кислоты [10, 39, 40, 42, 43].

В настоящей статье проведен анализ литературных данных о применении альфа-липоевой кислоты для снижения интенсивности оксидативного стресса при различных патологических состояниях.

Альфа-липоевая кислота является природным антиоксидантом, содержащим две тиоловые группы. Она синтезируется непосредственно в организме человека и животных и участвует в окислительном

декарбоксилировании пировиноградной и кетоглутаровой кислот и синтезе ацетил-коэнзима А, способствуя устранению метаболического ацидоза; в метаболизме витаминов Е и С, синтезе убихинона; митохондриальной цепи переноса электронов. Ряд исследовательских работ доказывает, что липоевая кислота снижает интенсивность процессов свободнорадикального окисления при развившемся оксидативном стрессе за счет обезвреживания активных форм кислорода, нормализации активности антиоксидантных ферментов, восполнения содержания неферментативных компонентов антиоксидантной системы (глутатион, убихинон). Являясь водо- и жирорастворимым антиоксидантом, липоевая кислота проявляет защитное действие как вне клетки, так и в цитоплазме и клеточной мембране. Также липоевая кислота может выполнять роль редуцента и при снижении редокс-потенциала участвует в реакциях восстановления глутатиона. Известно, что

липовая кислота способствует нормализации процессов окисления жирных кислот. Имеются данные о способности данного антиоксиданта предотвращать повреждения активными формами кислорода белковых молекул и ДНК [3, 7, 15, 17, 22, 28, 29, 32, 33, 37].

Известно, что липовая кислота является эффективным средством коррекции многих патологических состояний, сопровождающихся развитием оксидативного стресса. В частности, доказан нейропротекторный эффект этого антиоксиданта при лечении пациентов с болезнью Альцгеймера; гепатопротекторный – при алкогольном и неалкогольном стеатогепатите, а также жировом стеатозе. Установлена эффективность липовой кислоты при лечении нейрогенной эректильной дисфункции на фоне ожирения и метаболического синдрома [26].

В исследовании А.А. Басова и соавт. (2013 г.) установлено, что парентеральное включение этилендиаминовой и трометамоловой солей липовой кислоты в комплексную терапию больных сахарным диабетом 1 и 2 типа и гипотиреозом в курсовой дозе не менее 3000 мг приводит к более значительному снижению проявления окислительного стресса по сравнению традиционным лечением без использования этого антиоксиданта. Об этом свидетельствуют высокие показатели повышения уровня тиоловых групп в группах больных сахарным диабетом первого и второго типа и гипотиреозом, а также значительное снижение содержания ТБК-активных продуктов в крови пациентов, парентерально получавших липовую кислоту. Коэффициент окислительной модификации биомолекул эритроцитов как интегральный показатель окислительного стресса у пациентов всех обследуемых групп, получавших липовую кислоту, статистически значимо снижался в сравнении с его значениями, определяемыми до начала лечения и не отличался от показателей в группе контроля [3].

Результатом использования липовой кислоты в комплексном лечении больных сахарным диабетом второго типа явилось снижение показателя общей оксидативной способности сыворотки крови и значения интегрального индекса оксидативного стресса, а также увеличение параметра общей антиоксидантной способности сыворотки крови, что свидетельствовало о снижении интенсивности окислительного стресса и повышении функциональной активности антиоксидантной системы [9].

Применение препарата липовой кислоты («Берлитион») в лечении больных сахарным диабетом типа 2, получавших

базисную сахароснижающую терапию, приводило к снижению интенсивности свободнорадикального окисления, повышению активности каталазы, глутатионпероксидазы и показателя общей антиоксидантной активности, а также уменьшению уровня малонового диальдегида, диеновых и триеновых конъюгатов и оснований Шиффа [1]. Имеются и другие свидетельства о протекторном влиянии липовой кислоты на антиоксидантную систему больных сахарным диабетом [5, 21, 27, 34, 36]. В исследовании Е.А. Скворцовой и соавт. (2014) показано, что внутримышечное введение липовой кислоты крысам-самцам в дозе 5 мг на 100 г массы тела в сутки на фоне экспериментально индуцированного сахарного диабета нормализовало активность каталазы, но не снижало содержание ТБК-активных продуктов в ткани стенки тонкого кишечника.

В исследовании В.В. Савко и соавт. (2013) установлено, что введение липовой кислоты пациентам с возрастной макулодистрофией и увеитом приводит к возрастанию концентрации восстановленного глутатиона и тиоловых групп белков, а также снижению содержания окисленного глутатиона и дисульфидных связей в крови. Включение препарата липовой кислоты («Тиоктацид-600») в комплексную терапию больных острым пиелонефритом снижало содержание малонового диальдегида и диеновых конъюгатов в мембранах тромбоцитов, что свидетельствует об угнетении процессов липопероксидации в этих клетках крови [16]. Показано антиоксидантное действие тиоктовой кислоты при экспериментальном ревматоидном артрите, что подтверждалось снижением параметров биохемилюминесценции и содержания диеновых конъюгатов, а также нормализацией активности аконитатгидратазы в крови и мышцах крыс [13].

Введение крысам  $\alpha$ -липовой кислоты (препарат «Берлитион») в дозе 600 мг/кг массы тела, приводило к увеличению активности супероксиддисмутазы (КФ 1.15.1.1) в ткани сердца животных с моделируемой гипоксией умеренно сильной интенсивности; а также нормализации активности каталазы в этом органе в условиях моделирования гипоксии низкой и средней интенсивности [6]. На модели перманентной фокальной ишемии мозга внутрибрюшинное введение липовой кислоты в дозе 20 мг/кг за 30 минут до ишемии оказывало нейропротективное действие, обуславливая инфаркт-лимитирующий эффект и увеличение продолжительности жизни крыс [31].

Установлено, что введение в течение двух месяцев эксперимента липовой кислоты белым крысам с диабетом, индуциро-

ванным интраперитонеальным введением стрептозотоцина, способствовало увеличению содержания восстановленного глутатиона в сетчатке глаза на 107,2% и снижению уровня окисленного глутатиона на 87,3% по сравнению с группой животных с диабетом без введения этого антиоксиданта. Через шесть месяцев после развития индуцированного стрептозотоцином диабета у крыс, подвергавшихся введению липоевой кислоты на всем протяжении эксперимента, в сетчатке глаза отмечено повышение содержания восстановленного глутатиона на 134,8% и снижение содержания окисленного глутатиона на 81,0% по сравнению с группой животных с диабетом без коррекции данным препаратом. Исследование подтверждает нормализующее влияние липоевой кислоты на содержание глутатиона в сетчатке в условиях развившегося диабета [17]. Показано снижение содержания малонового диальдегида в крови троеборных лошадей, обследованных в соревновательном периоде тренировочных нагрузок, под влиянием липоевой кислоты. Этот антиоксидант животные получали в дозе 500 мг в сутки в течение трех недель. Данный эффект сохраняется при повторном применении липоевой кислоты в течение 21 дня в той же дозе через месяц после окончания первого курса ее использования [2].

Необходимо учитывать, что липоевая кислота может проявлять не только антиоксидантные, но и прооксидантные свойства [35]. В исследовании на здоровых мышах показано, что липоевая кислота в дозе 10 мг/кг через сутки после введения повышала концентрацию глутатиона и активность глутатионредуктазы, однако активность других глутатионзависимых ферментов – глутатионтрансферазы и глутатионпероксидазы снижалась, а также нарастала концентрация производных тиобарбитуровой кислоты. Через трое суток показатели содержания глутатиона и активности ферментов его обмена приходили к исходным значениям, а содержание производных тиобарбитуровой кислоты превышало норму. Интраперитонеальное введение липоевой кислоты в дозе 100 мг/кг приводило к снижению активности глутатионпероксидазы и повышению концентрации производных тиобарбитуровой кислоты в печени мышей, определяемых через 24 часа. Исследование показателей системы глутатиона через 72 часа после введения липоевой кислоты в дозе 100 мг/кг показало повышение активности глутатионтрансферазы и глутатионредуктазы, а активность глутатионпероксидазы была снижена; вместе с тем, показатель содержания производных тиобарбитуровой

кислоты приходил к значению нормы. Исследование доказывает, что введение липоевой кислоты здоровым животным приводит к возникновению дисбаланса в системе глутатиона и развитию оксидативного стресса [14]. Следует учитывать, что данное исследование проводилось в условиях нормы. Возможно, именно это сыграло решающее значение в проявлении прооксидантных свойств липоевой кислоты.

В исследовании Скворцовой Е.А. и соавт. (2014) изучено влияние липоевой кислоты на активность каталазы и содержание ТБК-активных продуктов в тонком кишечнике крыс-самцов на фоне развившегося, вследствие однократного подкожного введения аллоксана тетрагидрата, инсулинзависимого сахарного диабета. Липоевая кислота вводилась подопытным животным с четвертого по 40-й день эксперимента. Установлено, что, несмотря на значительное повышение у крыс активности каталазы на фоне введения липоевой кислоты на десятый день эксперимента (на 130%) к 30-му дню опыта этот показатель нормализовался. В то время как уровень ТБК-активных продуктов у этих животных был снижен только на 20-й день эксперимента, а в остальные периоды исследования (10-й, 30-й и 40-й дни) их содержание значительно превышало контрольные значения. Так, на 40-й день эксперимента прирост значения этого показателя составил 116%. Несмотря на то, что введение антиоксиданта на фоне развившегося аллоксанового диабета восстанавливало в стенке тонкого кишечника крыс активность каталазы содержание ТБК-активных продуктов, отражающих интенсивность процессов перекисного окисления липидов, сохранялось на высоком уровне, что может свидетельствовать о проявлении прооксидантных свойств липоевой кислоты [25].

Известно, что длительная интенсивная мышечная деятельность сопровождается активацией процессов перекисного окисления липидов, катаболизмом пуринов, белков и другими метаболическими сдвигами [12, 19, 23, 30]. Учитывая, что липоевая кислота обладает антиоксидантными свойствами, можно предположить ее положительное воздействие на антиоксидантную систему организма спортсменов при физическом утомлении, перенапряжении и других патологических состояниях, сопровождающихся снижением физической работоспособности. Однако развернутых исследований влияния липоевой кислоты на изменение состояния различных звеньев антиоксидантной системы у высококвалифицированных спортсменов, испытывающих длительные физические нагрузки, не проводилось. Вместе

с тем, имеются данные о корригирующем влиянии липоевой кислоты, примененной в дозе 600 мг в течение 21 дня тренировочных нагрузок у спортсменов высокой квалификации, занимающихся баскетболом и греблей на байдарках и каноэ, на системные гемодинамические показатели и параметры мозгового кровотока, вариабельности сердечного ритма. В данном исследовании по результатам педагогического тестирования отмечено повышение физической работоспособности у спортсменов, принимавших липоевую кислоту. Для исследования были отобраны спортсмены с признаками недовосстановления и стресса. У большинства обследованных спортсменов после курсового приема липоевой кислоты снизился показатель системного артериального давления, повысилось кровенаполнение сосудов мозга, понизился тонус артериол и венул, а также уменьшилась асимметрия парных показателей гемодинамики. Прием альфа-липоевой кислоты спортсменами способствовал повышению активности парасимпатического канала регуляции сердечного ритма, снижению индекса напряжения и значения амплитуды моды при анализе показателей вариабельности ритма сердца. Все это свидетельствовало о благоприятном влиянии липоевой кислоты на функциональное состояние спортсменов [4]. Отмечена эффективность липоевой кислоты и при синдроме хронической усталости у людей [38].

Можно заключить, что липоевая кислота, являясь мощным антиоксидантом, приводящим к снижению интенсивности окислительного стресса и нормализации метаболических процессов, может найти применение для восстановления антиоксидантного статуса при физическом перенапряжении и перетренированности, что требует проведения дополнительных научных исследований. Возможно, снижение интенсивности процессов перекисного окисления липидов под влиянием липоевой кислоты может происходить опосредованно через повышение эффективности протекания реакций аэробного гликолиза, в частности, окисления пировиноградной кислоты в ацетил-КоА и превращение последнего в цикле Кребса. Это способствует снижению интенсивности анаэробного гликолиза и сопряженного с ним повышения уровня лактата в крови. Уменьшение закисления тканей приводит к снижению интенсивности катаболизма пуринов и перекисного окисления липидов [11].

#### Список литературы

1. Альфа-липоевая кислота в коррекции электромиографических характеристик диабетической дистальной полинейропатии: фокус на маркеры окислительного стресса / О.В. Занозина, Г.П. Рунов, Н.Н. Боровков, Ю.А. Сорокина // Эффективная фармакотерапия. – 2015. – № 32. – С. 10–14.
2. Антонов А.В. Антиоксидантное действие липоевой кислоты на организм спортивных лошадей // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С. 65–67.
3. Басов А.А., Мелконян К.И., Сторожук А.П. Влияние препаратов липоевой кислоты на показатели прооксидантно-антиоксидантной системы крови при сахарном диабете и гипотиреозе // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – <http://www.science-education.ru>.
4. Влияние альфа-липоевой кислоты на функциональное состояние кардиореспираторной системы и уровень физической работоспособности спортсменов высокого класса / А.Г. Ященко, Е.Н. Лысенко, В.Н. Жовтяк, Е.В. Майданюк, Кайс Найрат // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – 2003. – № 6. – С. 95–104.
5. Влияние липоевой кислоты на липидный и энергетический метаболизм у больных с диабетической нейропатией / Н.П. Микаелян, И.О. Кулаева, А.Е. Гурина, А.А. Терентьев // Владикавказский медико-биологический вестник. – 2013. – Т. 17. – № 26. – С. 65–69.
6. Влияние фармакокоррекции на активность ферментов защиты от активных форм кислорода в сердце при адаптации к гипоксии различной интенсивности и длительности / Н.И. Мамадалиева, Саатов Т.С., Хайбуллина З.Р., О.И. Умеров // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2014. – № 1 (17). – С. 222–231.
7. Воробьева О.В. Альфа-липоевая кислота – спектр клинического применения // Медицинский алфавит. – 2012. – Т. 3. – № 15. – С. 71–77.
8. Генделека Г.Ф. Антиоксидантная терапия с помощью  $\alpha$ -липоевой кислоты (тиогаммы) // Международный эндокринологический журнал. – 2011. – № 5(37). – С. 63–68.
9. Горшков И.П., Волынкина А.П. Цитопротекторная терапия препаратами  $\alpha$ -липоевой кислоты у больных сахарным диабетом 2 типа // Доктор. ру. – 2014. – № 6 (94). – С. 41–45.
10. Иманаева А.Я., Залялютдинова Л.Н. Патогенетическое обоснование применения антиоксидантов в лечении ревматоидного артрита // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – <http://www.science-education.ru>.
11. Корнякова В.В., Конвай В.Д., Муратов В.А. Нарушение метаболизма пуринов в организме людей и крыс при утомлении при интенсивных физических нагрузках и прогнозирование этого состояния // Омский научный вестник. – 2015. – № 2 (144). – С. 227–230.
12. Корнякова В.В., Конвай В.Д., Фомина Е.В. Антиоксидантный статус крови при физических нагрузках и его коррекция // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 47–51.
13. Крыльский Е.Д., Попова Т.Н., Кирилова Е.М. Воздействие тиоктовой кислоты на оксидативный статус тканей крыс при ревматоидном артрите // Химико-фармацевтический журнал. – 2015. – Т. 49. – № 9. – С. 8–11.
14. Лалетин В.С., Колесниченко Л.С. Липоевая кислота как потенциальный прооксидант // Сибирский медицинский журнал. – 2010. – № 1. – С. 72–74.
15. Лахтін Ю.В. Корекція оксидативного стресу в яснах щурів на тлі дії солей важких металів // Вісник проблем біології і медицини. – 2012. – Вып. 2. – Т. 1 (92). – С. 172–174.
16. Меркель А.В., Жмуров В.А. Влияние  $\alpha$ -липоевой кислоты на состояние перекисного окисления липидов, липидный состав мембран тромбоцитов и показатели свертывающей системы крови у больных с острым пиелонефритом // Медицинская наука и образование Урала. – 2008. – № 6. – С. 20–22.
17. Мороз О.А. Влияние кверцетина и липоата на систему глутатиона в сетчатке при моделировании диабета // Офтальмологический журнал. – 2015. – 6 (467). – С. 42–45.
18. Окислительный стресс: патологические состояния и заболевания / Е.Б. Меньщикова, Н.К. Зенков, В.З. Ланкин,

- И.А. Бондарь, В.А. Труфакин. – Новосибирск : АРТА, 2008. – 248 с.
19. Окислительный стресс при занятиях физической культурой: методы диагностики и коррекции антиоксидантного статуса / Л.А. Калинин, Е.А. Стаценко, А.Г. Пономарева, В.Н. Морозов, Л.В. Кутняхова, М.В. Кривошапов, Д.В. Руммо, З.М. Костюк // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 1. – С. 31–35.
20. Окислительный стресс. Диагностика, терапия, профилактика / Н.К. Зенков, Е.Б. Меньщикова, С.М. Шергин – Новосибирск: РАМН, 1993. – 181 с.
21. Панькив И.В. Эффективность терапии альфа-липовой кислотой при синдроме диабетической стопы // Международный эндокринологический журнал. – 2014. – № 3 (59). – С. 45–51.
22. Применение липоевой кислоты и виагмала у беременных с сахарным диабетом I типа для профилактики окислительного стресса / Н.Г. Кошелева, С.И. Назарова, Т.И. Опарина, В.М. Прокопенко // Журнал акушерства и женских болезней. – 2010. – Т. LIX, Вып. 4. – С. 61–64.
23. Роженцов В.В., Полевщиков М.М. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования. – М.: Советский спорт, 2006. – 280 с.
24. Савко В.В., Вашак Зияд Махмуд Ахмед, Наджмадин Махроод Наби. Влияние препаратов липоевой кислоты на содержание тиоловых групп в крови больных дегенерацией макулы при переднем увеите // Офтальмологический журнал. – 2013. – № 6. – С. 32–36.
25. Скворцова Е.А., Вольхина И.В., Бутолин Е.Г. Влияние липоевой кислоты и токоферола на показатели окислительного стресса в тканях тонкого кишечника крыс с аллоксановым диабетом // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о земле. – 2014. – Вып. 1. – С. 166–169.
26. Современный взгляд на возможности применения альфа-липовой кислоты / С.Ю. Калиниченко, Л.О. Ворслов, И.А. Курникова, И.В. Гадзиева // Эффективная фармакотерапия. Урология. – 2012. – № 1. – С. 54–59.
27. Строков И.А., Фокина А.С., Головачева В.А. Следует ли лечить диабетическую полиневропатию альфа-липовой кислотой? // Эффективная фармакотерапия. – 2013. – № 32. – С. 40–46.
28. Фармакологические эффекты альфа-липовой (тиоктовой) кислоты / О.В. Молчанова, В.И. Кочкаров, М.В. Покровский, Т.Г. Покровская, М.В. Корокин, О.С. Гудырев // Научные ведомости. Сер. Медицина. Фармация. – 2012. – № 22 (141). – Вып. 20/3. – С. 24–29.
29. Халимов Ю.Ш., Салухов В.В. Тиоктовая кислота: от клеточных механизмов регуляции к клинической практике // Эффективная фармакотерапия. Эндокринология. – 2012. – № 2. – С. 22–28.
30. Харгривз М. Углеводный метаболизм в скелетных мышцах при физических нагрузках // Метаболизм в процессе физической деятельности. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – С.52–83.
31. Экспериментальное исследование нейропротективных свойств альфа-липовой кислоты и супероксиддисмутазы при ишемии мозга у крыс / А.А. Шмонин, Е.В. Мельникова, И.В. Чурилова, Т.Д. Власов // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2011. – Т. 97. – № 1. – С. 65–71.
32. Ярован Н.И., Литовченко Д.В. Влияние Хотынецких природных цеолитов и липоевой кислоты на белковый спектр сыворотки крови коров при технологическом стрессе // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2016. – № 6. – С. 18–21.
33. Effects of  $\alpha$ -lipoic acid and L-carnosine supplementation on antioxidant activities and lipid profiles in rats / M.Y. Kim [et al.] // Nutr. Res. Pract. – 2011 – Vol. 5. – № 5. – P. 421–428.
34. Effect of alpha-lipoic acid on blood glucose, insulin resistance and glutathione peroxidase of type 2 diabetic patients / H. Ansar, Z. Mazloom, F. Kazemi, N. Hejazi // Saudi. Med. J. – 2011. – Vol. 32. – № 6. – P. 584–588.
35. Flora S.J.S. Structural, chemical and biological aspects of antioxidants for strategies against metal and metalloids exposure // Oxid. Med. Cell. Longev. – 2009. – Vol. 2, № 4. – P. 191–206.
36. Glycemic and oxidative status of patients with type 2 diabetes mellitus following oral administration of alpha lipoic acid: a randomized double-blinded placebo controlled study / S. Porasuphatana [et al.] // Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. – 2012. – Vol. 21. – № 1. – P. 12–21.
37. Gomes M.B., Negrato C.A. Alpha-lipoic acid as a pleiotropic compound with potential therapeutic use in diabetes and other chronic disease // Diabetol. Metab. Syndr. – 2014. – Vol. 6. – № 1. – P. 80.
38. Logan A.C., Wong C. Chronic fatigue syndrome: oxidative stress and dietary modifications // Alternative Medicine Review. – 2001. – Vol. 6 (5) – P. 450–459.
39. Oxidative stress in humans training in a cold, moderate altitude Environment and their response to a phytochemical antioxidant supplement / M.C. Schmidt [et al.] // Wilderness & Environmental Medicine. – 2002. – Vol. 13. – P. 94–105.
40. Sysolyatina N.A., Artamonova V.V. The effect of sodium oxybutyrate and emoxypin on the functional state of epinephrine-damaged myocardium in experiment // Russian Journal of Experimental and Clinical Pharmacology. – 1998. – Vol. 61. – № 2. – P. 30–32.
41. The effect of hypothyroidism, hyperthyroidism, and their treatment on parameters of oxidative stress and antioxidant status / Erdamar H. [et al.] // Clin. Chem. Lab. Med. – 2008. – Vol. 46. – № 7. – P. 1004–1010.
42. The effect of lipoic acid on antioxidant status and lipid peroxidation in rats exposed to chronic restraint stress / D. Akpinar [et al.] // Physiol. Res. – 2008. – Vol. 57. – P. 893–901.
43. The influence of vitamin C on blood oxidative stress parameters in basketball players in response to maximal exercise / J. Cholewa [et al.] // Science & Sports. – 2008. – Vol. 23. – P. 176–182.

УДК 616.28-008.14-072.7-057

## ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЯ РАБОТЫ СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРА ЛИЦ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА

Снегирева Л.В.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет Минздрава России», Курск,  
e-mail: [sneglv1@gmail.com](mailto:sneglv1@gmail.com)

По данным ВОЗ, проблема потери слуха населением планеты выходит на первый план. К 2020 году предполагается, что у третьей части населения планеты будет нарушена способность слышать и воспринимать звук. Целью исследования было определено изучение гендерных особенностей нарушения работы слуховых анализаторов лиц трудоспособного возраста. Материалом настоящего исследования послужили результаты аудиометрического изучения остроты слуха молодых людей в возрасте от 17 до 28 лет. Было выявлено, что более трети испытуемых страдают от нарушений слуха различной степени тяжести. Причем лица мужского пола чаще страдают от нарушения работы слухового анализатора. Однако степень потери остроты слуха у мужчин ниже, чем у лиц женского пола. Как у мужчин, так и у женщин нарушения слуха выявлялись чаще всего в обоих слуховых анализаторах, реже патологическим изменениям было подвержено левое ухо испытуемых, и ниже всего показатель снижения остроты слуха оказался в правом ухе. Однако, женщины чаще, чем мужчины, подвержены сбоям в работе каждого слухового анализатора в отдельности. А у мужчин чаще, чем у женщин, вовлекаются в патологический процесс оба слуховых анализатора одновременно.

**Ключевые слова:** аудиометрия, острота слуха, гендерный фактор, трудоспособный возраст, степень нарушений слуха

## GENDER ASPECTS OF ACOUSTIC MALFUNCTION AMONG WORKING POPULATION

Snegireva L.V.

*Kursk State Medical University, Kursk, e-mail: [sneglv1@gmail.com](mailto:sneglv1@gmail.com)*

According to WHO data, the problem of hearing loss among the planet population is becoming a primary important deal. It is assumed that one third of planet population will experience difficulties in hearing and sound perception to 2020. The aim of the following research is to study gender peculiarities of acoustic analyzer impairment among the population of active working age. The study is based on the results of audiometric research of threshold of hearing among young people aged 17–28. It was revealed that more than one third of the trial subjects suffer hearing impairments of varying severity. Moreover, men suffer from acoustic analyzer malfunction more often. However, the severity of hearing loss among men is lower than among women. Both men and women were diagnosed with malfunction of both acoustic analyzers; the left ear undergoes abnormal changes less often, and the lowest rate of hearing impairments was revealed in the right ear. Nevertheless, women suffer hearing impairments taken separately more often than men, although both acoustic analyzers of men undergo abnormal changes simultaneously.

**Keywords:** audiometry, threshold of hearing acuity, gender factor, working age, hearing loss

В современной медицинской науке проблема нарушения слуха человека является крайне актуальной. Человек с глухотой или тугоухостью становится предметом медицинского и научного внимания [2]. «Нарушения слуха – это неспособность слышать так же хорошо, как слышат люди с нормальным слухом. Люди с нарушениями слуха могут быть тугоухими или глухими. Люди, которые не слышат совсем, страдают от глухоты» [5, 6].

Необходимо заметить, что потеря слуха может быть легкой, умеренной, значительной или тяжелой степени [1, 4]. Она может развиваться в одном или обоих ушах и приводить к трудностям в слуховом восприятии разговорной речи или громких звуков. «Глухие» люди, в основном, страдают от тяжелой потери слуха, при которой они слышат очень мало или не слышат вообще. Часто для общения такие люди используют язык жестов.

Понятие «тугоухости» применяется по отношению к людям с потерей слуха, варьирующейся в пределах от легкой до значительной. Обычно они общаются с помощью разговорной речи и для улучшения слышимости могут пользоваться слуховыми аппаратами, кохлеарными имплантатами и другими вспомогательными средствами, а также субтитрами [5]. Существует несколько классификаций тугоухости. Например, классификация Б.С. Преображенского и международная классификация.

Однако наиболее оптимальной [3], согласно Письму Министерства здравоохранения РФ от 6 ноября 2012 г. № 14–1/10/2–3508 «О направлении методических рекомендаций «Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости»», является гармонизированная классификация (табл. 1).

Гармонизированная классификация тугоухости

Степень тугоухости	Международная	Для работающих в шуме*	Медико-социальная экспертиза
	Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000, 4000 Гц (дБ)	Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000 Гц (дБ)	Ср. значение слуховых порогов на 500, 1000, 2000 Гц (дБ)
Пресбиакузис		средний показатель для мужчин 40–49 лет 10	
Признаки воздействия шума		11–15	
I степень – легкое снижение слуха	26–40	Ст. А 16–25 Ст.Б 26–40	20–40
II степень – умеренное снижение слуха	41–55	41–55	41–60
III степень – значительное снижение слуха	56–70	более 55	61–80
IV степень (значительно выраженное снижение слуха)	71–90	–	81–90
Глухота	более 90	более 90	более 90

Целью нашего исследования было определено изучение гендерных особенностей нарушения работы слуховых анализаторов лиц трудоспособного возраста.

В качестве объекта исследования были использованы результаты аудиометрического изучения остроты слуха взрослых людей (возраст от 17 до 28 лет).

Задачи исследования:

- изучение остроты слуха у взрослых людей (возраст до 28 лет);
- анализ выявленных нарушений слуха в соответствии с гармонизированной классификацией;
- выявление гендерных особенностей нарушения работы слуховых анализаторов испытуемых.

**Материалы и методы исследования**

Материалом настоящего исследования послужили результаты аудиометрического изучения остроты слуха 131 человека в возрасте от 17 до 28 лет, проходящих обучение на международном факультете Курского государственного медицинского университета. Из 131 человека 49% испытуемых составили лица мужского пола и 51% – лица женского пола. Средний возраст женщин, участвующих в исследовании, составил 20,4 года. Средний возраст мужчин составил 20,5 лет. Исследование проводилось на базе учебной лаборатории кафедры физики, информатики и математики ФГБОУ ВО КГМУ. Все участники эксперимента были привлечены к аудиометрическому тестированию в первой половине дня. В исследовании использовался поликлинический аудиометр АП-02.

**Результаты исследования и их обсуждение**

В результате проведенного исследования было выявлено, что среди молодых людей до 28 лет 38,2% (50 человек) страдают от нарушений слуха различной степени тяжести. Так, у 43 человек, что составило 86% от числа испытуемых с нарушением слуха, отмечается легкая степень снижения остроты слуха. У 6% (3 человек) выявлена умеренная степень нарушения работы слухового анализатора, у 2% (1 человека) отмечена значительная степень, и еще у 6% (двух человек) – значительно выраженная степень потери слуха (рис. 1).

При этом были отмечены следующие гендерные особенности: у 54% мужчин (27 человек) отмечались нарушения в работе слухового анализатора. Женщины были подвержены аналогичного рода патологическим изменениям в 46% случаев (23 человека).

Причем 89% мужчин имели нарушения слуха легкой степени, 4% – умеренной степени и 7% – значительно выраженной степени.

Среди женщин у десятой части испытуемых были отмечены значительные нарушения работы слухового анализатора, еще 9% страдали от умеренной потери слуха. У 82% лиц женского пола были выявлены нарушения слуховых ощущений в легкой степени.

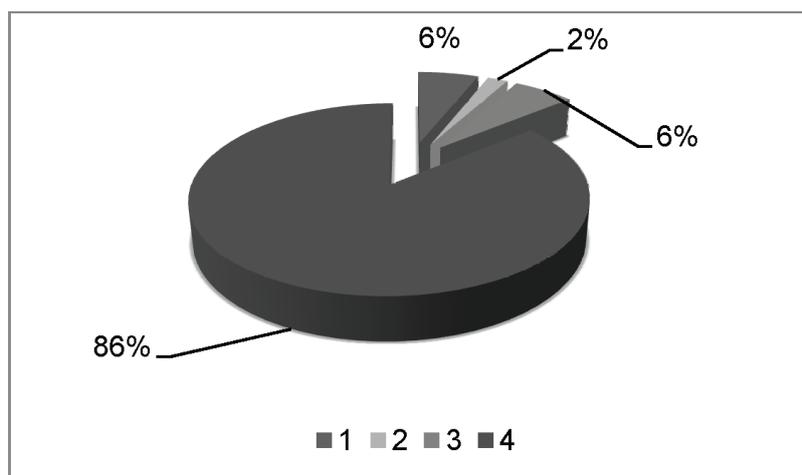


Рис. 1. Распределение испытуемых лиц трудоспособного возраста по степени снижения слуха: 1 – значительно выраженная степень снижения слуха (6% испытуемых); 2 – значительная степень снижения слуха (2% испытуемых); 3 – умеренная степень (6% испытуемых); 4 – легкая степень снижения остроты слуха (86%)

Таким образом, лица мужского пола чаще страдают от нарушения работы слухового анализатора. Однако степень потери остроты слуха у мужчин ниже, чем у лиц женского пола.

Изучение локализации нарушений в работе слухового анализатора по правому и левому рецепторам дало следующие результаты: в правом ухе потеря слуха была отмечена в 5% случаев. Для левого уха в 30% случаев отмечалась тенденция к снижению остроты

слуха, и 60% испытуемых демонстрировали одновременное нарушение в работе правого и левого слуховых рецепторов.

Гендерный анализ показал, что в 67% случаев у мужчин подвержены патологическим изменениям одновременно оба слуховых рецептора. На втором месте по частоте встречающихся у мужчин нарушений слуха – изменения в работе левого уха (26%), и менее всего выявлено нарушений в работе правого слухового рецептора (7%).

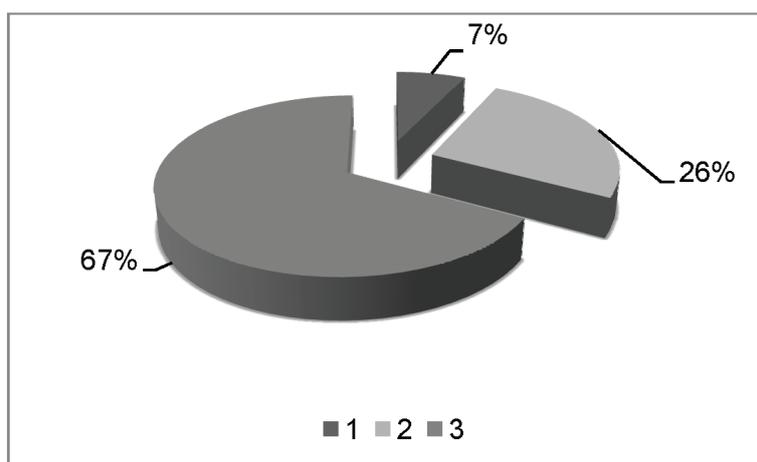


Рис. 2. Распределение локализации нарушения остроты слуха у лиц мужского пола: 1 – нарушения в работе правого уха (7% испытуемых); 2 – нарушения в работе левого уха (26% испытуемых); 3 – нарушения в работе обоих слуховых анализаторов (67%)

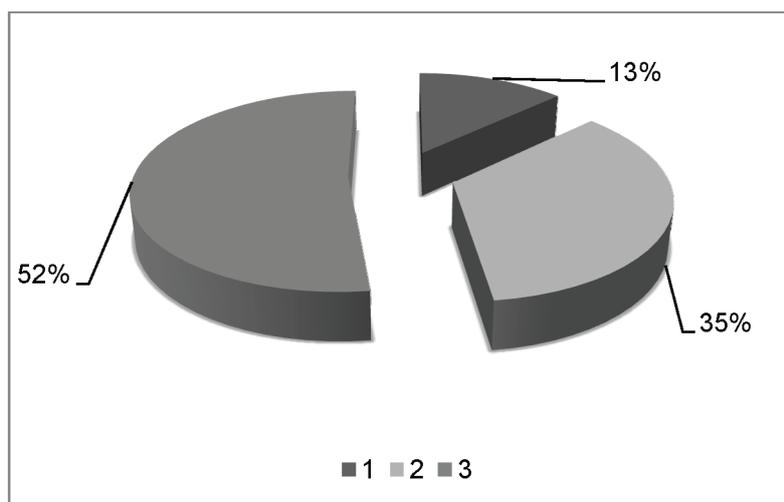


Рис. 3. Распределение локализации нарушения остроты слуха у лиц женского пола: 1 – нарушения в работе правого уха (13% испытуемых); 2 – нарушения в работе левого уха (35% испытуемых); 3 – нарушения в работе обоих слуховых анализаторов (52%)

У женщин наблюдалась схожая тенденция, однако, со своими особенностями. Как и мужчины, подавляющее большинство женщин (52%) имели нарушения в работе обоих слуховых анализаторов. Однако, указанная величина оказалась на 15% ниже значения, полученного для мужчин. Левый слуховой анализатор у женщин имел нарушения в работе в 35% случаев, что на четверть больше, чем у мужчин. И наконец, нарушения в работе правого слухового анализатора отмечались в 13% случаев, что фактически вдвое выше показателей мужчин (рис. 3).

Таким образом, как у мужчин, так и у женщин, нарушения слуха выявлялись чаще всего в обоих слуховых анализаторах, реже патологическим изменениям было подвержено левое ухо испытуемых, и ниже всего показатель снижения остроты слуха оказался в правом ухе. Однако женщины чаще, чем мужчины, подвержены сбоям в работе каждого слухового анализатора в отдельности. А у мужчин чаще, чем у женщин, вовлекаются в патологический процесс оба

слуховых анализатора одновременно. Все приведенные выше данные позволяют нам сделать вывод о наличии гендерных особенностей нарушения работы слухового анализатора лиц трудоспособного возраста.

#### Список литературы

1. Берест А.Ю., Красненко А.С. Влияние регулярного использования аудиоплееров с наушниками на слуховую функцию лиц молодого возраста // Российская оториноларингология. – 2013. – № 1(62). – С. 32–35.
2. Вартамян И. А. Звук – слух – мозг. – Л.: Наука, 1981. – 176 с.
3. ГАРАНТ.РУ: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70169664/#ixzz4R9OfQWml> (дата обращения: 11.09.2016).
4. Загорянская М.Е., Румянцева М.Г., Дайняк Л.Б. Возможности профилактики развития тугоухости и глухоты на основе системного анализа данных эпидемиологии нарушения слуха // 7 съезд оторинолар. России: Тез. докл. – СПб., 2006. – С. 25–26.
5. Сайт Всемирной организации здравоохранения. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/ru/> (дата обращения: 18.10.2016).
6. Терютин Ф.М., Барашков Н.А., Федотова Э.Е. Аудиологический анализ состояния слуха в случайной выборке лиц молодого возраста // Российская оториноларингология. – 2012. – № 4 (59). – С. 101–110.

УДК 616.62-089.844

**ГАСТРОЦИСТОПЛАСТИКА ПРИ СПИНАЛЬНОМ МОЧЕВОМ ПУЗЫРЕ****Султаналиев Т.А., Жумагазин Ж.Д., Сарсебеков Е.К.***Корпоративный фонд «УМС», Национальный научный центр онкологии и трансплантологии, Астана, e-mail: zhumagazin\_zh@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы лечения спинального мочевого пузыря, предлагается тактика хирургического лечения гастроцистопластикой. Приведено описание аугментации мочевого пузыря сегментом большой кривизны желудка с сохранением нервно-сосудистого пучка пациентке со спинальным мочевым пузырем после травмы позвоночника. Больная в течение продолжительного времени (10 лет) жила с постоянным уретральным катетером, в результате емкость мочевого пузыря уменьшилась до 50 см<sup>3</sup>, появлялись частые атаки пиелонефрита в результате рефлюкса в верхние мочевые пути. В анализах мочи отмечалась постоянная пиурия. В результате проведенной операции емкость мочевого пузыря увеличилась до 300 см<sup>3</sup>, атаки пиелонефрита не наблюдались, анализы мочи пришли в норму. Самостоятельное мочеиспускание восстановилось частично, поэтому пациентка периодически несколько раз в сутки выводит мочу катетером самостоятельно.

**Ключевые слова:** нейрогенный мочевой пузырь, пластика мочевого пузыря, нарушение мочеиспускания, пиелонефрит, пластика мочевого пузыря сегментом большой кривизны желудка с сохраненным нервно-сосудистым пучком

**GASTROCYSTOPLASTY FOR SPINAL BLADDER****Sultanaliev T.A., Zhumagazin Z.D., Sarsebekov E.K.***Corporate Fund «UMC», national research center of Oncology and Transplantology, Astana, e-mail: zhumagazin\_zh@mail.ru*

The article discusses the treatment of spinal bladder, the proposed surgical treatment of gastrocystoplasty. The description of urinary bladder augmentation with a segment of the greater curvature of the stomach with preservation of the neurovascular bundle the patient with spinal bladder after a spinal injury. Sick for a long time – 10 years, lived with a permanent urethral catheter, the bladder capacity was reduced to 50 cm<sup>3</sup>, there was frequent attacks of pyelonephritis as a result of the reflux in the upper urinary tract. In urinalysis observed constant pyuria. The result of the operation the bladder capacity increased to 300 cm<sup>3</sup>, the attacks of pyelonephritis were observed, the urine returned to normal. Self urination recovered partially, so the patient periodically several times a day removes urine independently of the catheter.

**Keywords:** plastics, neurogenic bladder, urination disorder

Как известно, спинальный мочевой пузырь (СМП) может возникать при всех формах нарушения спинальной иннервации мочевого пузыря. Чаще всего эта патология мочевого пузыря связана с нарушением ее функций, возникающим преимущественно после травмы спинного мозга или волокна «конского хвоста». Особенностью урологической специализированной медицинской помощи при травме спинного мозга является то, что необходимость в ней возникает сразу после травмы и не исчезает практически до конца жизни больных. В течение всей жизни больных, несмотря на лечение, сохраняется тенденция к прогрессированию, обострению процесса. Эта опасность всегда сопутствует больным, она становится главной и постоянной. Больные живут в условиях сформировавшейся формы СМП. При рефлексорном мочевоом пузыре достигается самостоятельное, полупроизвольное мочеиспускание, но при этом не обеспечивается полное адекватное опорожнение мочи. Динамика рефлекса часто во времени отрицательная и постепенно затухает. Вследствие этого в пузыре накапливается остаточная моча, которая способствует возникновению

таких осложнений, как циститы, пиелонефриты, камни почек и мочевого пузыря. При атоничных, арефлекторных формах опасность значительно выше. Моча в условиях застоя быстро ощелачивается, возникает щелочные циститы, а атония мочеточников и пузырно-мочеточниково-лоханочные рефлюксы приводят к развитию восходящих хронических пиелонефритов, склонных к хроническому рецидивирующему течению. Хронические дегенеративно-дистрофические изменения в стенке мочевого пузыря у спинальных больных со временем приводят к нарушениям ее накопительной функции при нарушенной эвакуации мочи.

Еще в XX веке был предложен ряд устройств для опорожнения арефлекторного, атоничного мочевого пузыря путем электростимуляции, а также оперативные методы реинервации мышцами передней брюшной стенки, илеоцистопластики, которые не оправдали надежд попытки патогенетического лечения СМП [1,2,3].

**Цель исследования.** Улучшить результаты лечения СМП путем использования сегмента большой кривизны желудка для увеличения накопительной функции

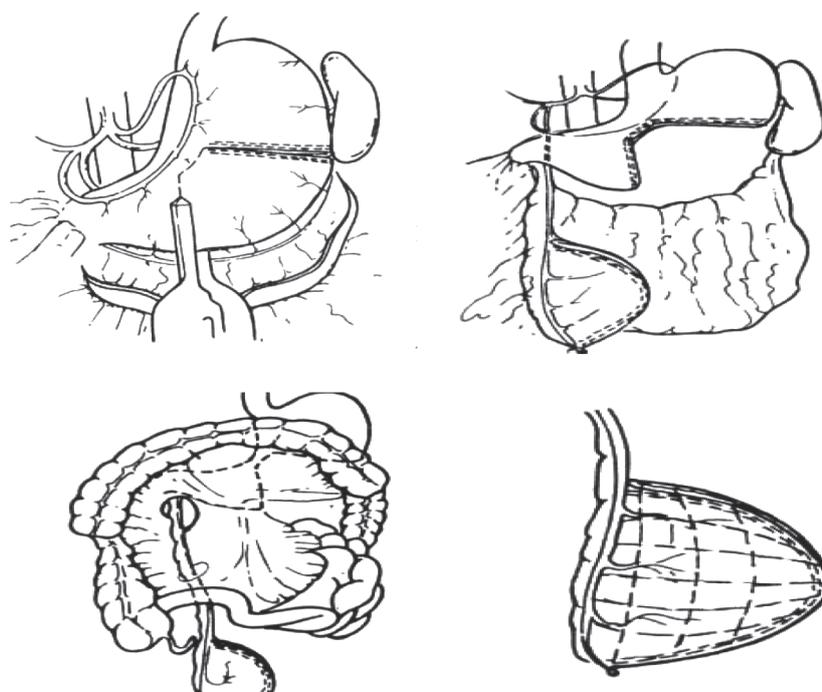
мочевого пузыря с реиннервацией веткой n.Vagus из желудочного комплекса для восстановления эвакуации мочи при СМП. Подобный вид пластики обладает определенными преимуществами перед ранее применяемой илеоцистопластикой: значительное уменьшение реабсорбции электролитов и секреция хлоридов желудочной стенкой снимают проблему гиперхлоремического ацидоза, поэтому данный вид операции показан для больных СМП с почечной недостаточностью. Кислая среда в искусственном мочевом пузыре за счет гастрина, который секретирует слизистая сегмента желудка, является барьером для развития инфекционных процессов. Не нарушается всасывание в сохраненной тонкой кишке питательных веществ, витаминов, других ферментов, которое присутствует после илеоцистопластических операций.

**Материалы и методы исследования.**

Приводим собственное клиническое наблюдение. Пациентка 30 лет, у которой 10 лет назад в результате травмы позвоночного столба с повреждением спинного мозга на уровне L II–L IV возникли осложнения: полная нижняя параплегия,

дисфункция тазовых органов, СМП. В течение всего времени после травмы моча выводилась постоянным уретральным катетером. При поступлении в стационар у больной объем мочевого пузыря 50 мл, отмечаются атаки пиелонефрита (при ретроградной цистографии имеется пузырно-мочеточниковый рефлюкс). В анализах мочи лейкоциты в большом количестве, реакция мочи – щелочная. На экскреторных урограммах 10-, 20-, 45-минутных исследований концентрационная, эвакуационная функции почек не нарушены. Общий анализ крови, биохимические показатели крови, функциональные показатели сердечно-сосудистой системы без патологических изменений.

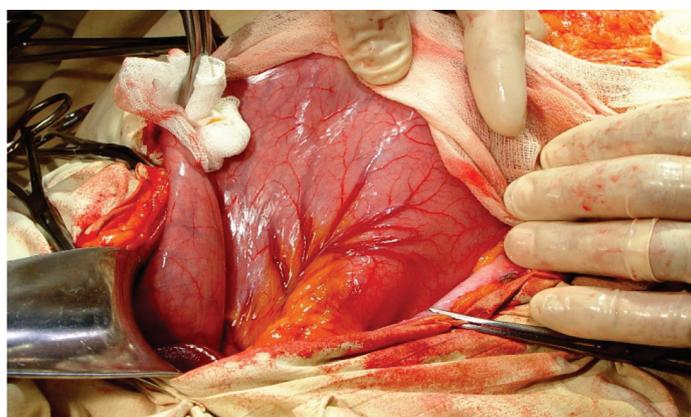
В связи с нарушением накопительной и эвакуаторной функции мочевого пузыря, наличия пузырно-мочеточникового рефлюкса и обострениями хронического пиелонефрита больной выполнена операция – гастростомастика сегментом большой кривизны желудка с сохраненным сосудисто-нервным пучком из ветви n.Vagus и a.Gastroepiploika dextra (предварительный патент на изобретение № 16758) (рис. 1).



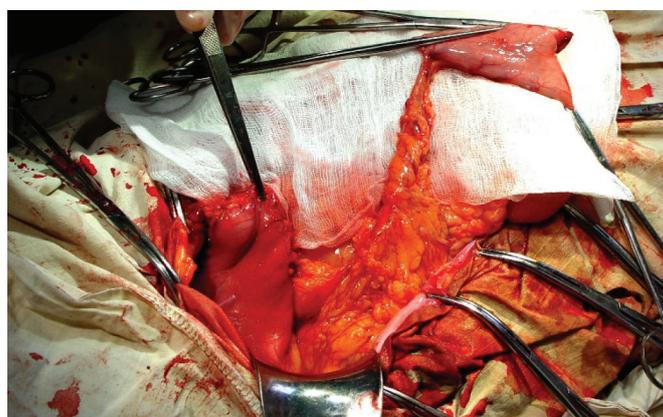
*Рис. 1. Схемы аутотрансплантации сегментом желудка*

Техника операции: лапаротомия. Вскрыта сальниковая сумка, проведена мобилизация желудка (рис. 2). Выкраен треугольный сегмент с основанием длиной 10–15 см, располагающимся на большой кривизне желудка. Выделены правые желудочно-сальниковые артерия и вена до места их соединения с гастродуоденальными сосудами с максимальным сохранением ветвей *p.vagus*. (рис. 3). Реконструирована оставшаяся часть желудка однорядными швами. Резерцированный желудочный сегмент на образовавшейся длинной сосудисто-нервной ножке проведен через отверстие мезаколон и брыжейке тонкой

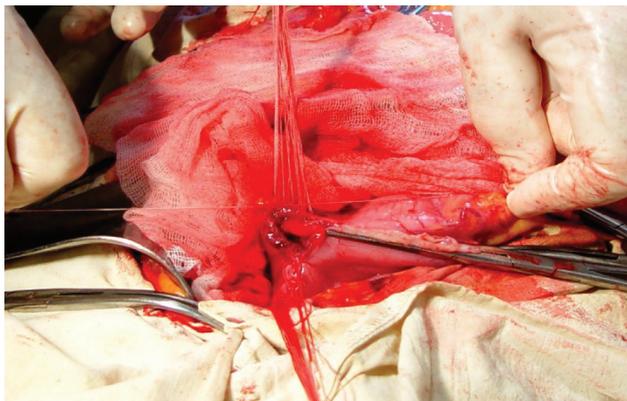
кишки и опущен в малый таз без видимого натяжения (рис. 4). Мобилизованны и пересечены оба мочеточника в нижней трети, вскрыт мочевой пузырь в области верхушки. Мочеточники имплантированы в созданный сегмент желудка по антирефлюксной методике на силиконовых интубаторах. Выполнен анастомоз между сегментом желудка и мочевым пузырем (рис. 5). В сформированный резервуар по уретре установлен катетер. Через 12 дней выполнена ретроградная цистография, затеков вне нет, емкость созданного резервуара 500 мл, рефлюксы в верхние мочевые пути отсутствуют.



*Рис. 2. Сосудистая архитектура большой кривизны желудка*



*Рис. 3. Резецированный сегмент большой кривизны желудка на нервно-сосудистой ножке*



*Рис. 4. Анастомоз между трансплантатом из сегмента большой кривизны желудка и мочевым пузырем*



*Рис. 5. Общая картина гастроцистопластики с двусторонним анастомозом с мочеточниками*

Больная выписана из стационара через 12 дней после операции с рекомендацией самостоятельно выводить мочу катетером не менее 5 раз за сутки. Контрольный осмотр через 6 месяцев показал: слабое чувство накопления мочевого пузыря моча выводится самостоятельно катетером 4–5 раз в сутки в количестве в среднем по 250–350 мл. В течение семи лет наблюдения за пациенткой с СМП после гастроцистопластики: признаков пиелонефрита, цистита нет, анализы мочи, крови в пределах нормы. Моча выводится пациенткой катетером. Попытка восстановления самостоятельного мочеиспускания: при слабых чувствах накопления мочи при напряжении живота моча вытекает самопроизвольно с наличием остаточной мочи до 200 мл.

### Заключение

Выполненная гастроцистопластика при СМП позволила увеличить объем и тем самым его накопительную функцию, частично восстановить эвакуаторную функцию мочевого пузыря, ликвидировать инфицирование мочевыводящих путей и в общем улучшить качество жизни больной.

### Список литературы

1. Дыхно Ю.А., Лившиц А.В. Кишечная пластика мочевого пузыря в сочетании с электростимуляцией трансплантата при травматической болезни спинного мозга // Урология и нефрология. – 1980. – № 32. – С.17–22.
2. Hauri D. Can castric pouch as orthotopic bladder replacement be used in adults? // J. Urol. – 1996. – Vol. 156, № 3. – P. 931–935.
3. Жумагазин Ж.Д., Султаналиев Т.А., Акшулаков С.К., Шалекенов Б.У. Способ ауотрансплантации мочевого пузыря: Предварительный патент №16758 на изобретение. 15.11.2005.

УДК 57.084:616.71

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОСТНОЙ ТКАНИ ГОЛОВКИ БЕДРА В РАННИЕ СРОКИ ПОСЛЕ СУБКАПИТАЛЬНОГО ПЕРЕЛОМА ШЕЙКИ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Белинов Н.В., Смекалов В.П.

ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия», Чита,  
e-mail: belinov@rambler.ru

Морфологическое исследование костной ткани головки бедренной кости проведено у 18 половозрелых крыс через 24 и 48 часов после экспериментального перелома шейки бедренной кости. Все животные были разделены на две равные группы «А» и «Б», в каждой группе по 9 животных. В препаратах головки бедренной кости животных группы «А» исследование костной ткани проведено через 24 часа после субкапитального перелома шейки бедренной кости. Изучение препаратов костной ткани головки бедра лабораторных животных группы «Б» проведено через 48 часов после субкапитального перелома шейки бедра. При гистологическом исследовании структурных элементов головки бедренной кости через 24 часа (группа «А») после субкапитального перелома шейки выявлено развитие начальных ишемических и дистрофических процессов в костной и хрящевой ткани головки и метаэпифизарной зоны. Через 48 часов (группа «Б») после получения перелома шейки отмечена морфологическая картина тяжелой ишемии, необратимой дистрофии и некроза хряща и костных структур метаэпифизарной части головки бедренной кости.

**Ключевые слова:** субкапитальный перелом, костная ткань, ишемия, некроз

## THE BONE TISSUE OF THE FEMORAL HEAD EARLY AFTER SUBCAPITAL NECK FRACTURES IN LABORATORY ANIMALS

Belinov N.V., Smekalov V.P.

Chita State Medical Academy, Chita, e-mail: belinov@rambler.ru

Morphological examination of the bone of the femoral head was performed in 18 adult rats after 24 and 48 hours after the experimental hip fracture. The study of of the femoral head bone tissue of animal group «A» was conducted 24 hours after subcapital fracture of the femoral neck. The study of of the femoral head bone tissue of animal group «B» was performed 48 hours after subcapital fracture of the femoral neck. Histological examination of the femoral head structural elements revealed ischemic and degenerative changes of the femoral head bone, cartilage tissue, and metaepiphyseal zone. after 24 hours after the subcapital neck fracture. After 48 hours of the occurrence of the cervical fracture (group «B») showed morphological signs of severe ischemia, necrosis and irreversible degeneration of cartilage and bone structures metaepiphyseal of the femoral head.

**Keywords:** subcapital fracture, bone tissue, ischemia, necrosis

Проблема лечения повреждений проксимального отдела бедренной кости и их последствий остается одной из важных задач современной травматологии. По данным отечественных авторов, переломы проксимального отдела бедра составляют 68,7% от всех переломов бедренной кости, чаще всего это пациенты после 60 лет, достигая максимума среди населения в возрасте более 75 лет [3]. В России число переломов шейки бедренной кости составляет 61 случай на 100 тысяч населения [5]. Консервативные методики лечения этой патологии не могут обеспечить излечение большинства больных и даже увеличивают число смертельных осложнений [2], поэтому основным методом лечения переломов шейки бедренной кости является металлоостеосинтез. Результаты оперативного лечения не всегда удовлетворяют как пациентов, так и травматологов. Наибольший процент осложнений получен при хирургических методах лечения субкапитальных переломов

шейки бедренной кости. По данным одних авторов после остеосинтеза субкапитальных переломов осложнения составляют 41,8%. Из них в 23,6% отсутствует консолидация костных отломков, в 18,3% развивается асептический некроз головки бедренной кости [4]. По другим исследованиям количество несросшихся переломов и асептических некрозов головки бедренной кости достигает 23–37% [1]. Причины неудовлетворительных результатов хирургического лечения переломов шейки бедренной кости до настоящего времени остаются недостаточно изученными. Очевидно, что при остеосинтезе, так же, как и при переломах шейки бедра, развиваются местные дистрофические и вторичные некротические процессы, обусловленные нарушением внутрисуставного кровообращения проксимального отдела бедренной кости. Неутешительные результаты хирургического лечения переломов шейки бедренной кости послужили поводом для изучения в эксперименте изменений

структуры костных и хрящевых компонентов головки бедренной кости в ранние сроки после получения травмы.

Цель исследования – изучить морфологические изменения в суставном и метаэпифизарном хряще, костных структурах головки и шейки бедра в ранние сроки после субкапитального перелома шейки бедренной кости у лабораторных животных.

#### Материалы и методы исследования

Эксперимент проводился на 18 половозрелых беспородных белых крысах в возрасте 120 календарных дней, весом 180 – 220 граммов. Животные содержались в стандартных условиях вивария при температуре 20–22°C с соблюдением необходимых условий, согласно приказу МЗ РФ № 1179 от 10.10.1983 г. Опыты проводились в соответствии с правилами, регламентированными приказом МЗ РФ № 742 от 13.11.84 г.

Экспериментальные животные разделены на 2 группы по 9 особей, группы «А» и «Б». Под ингаляционным эфирным наркозом им выполнялся субкапитальный перелом шейки левой бедренной кости. Для морфологического исследования крыс группы «А» выводили из эксперимента через 24 часа после нанесения экспериментального перелома, особей другой группы («Б») – через 48 часов после получения травмы. Эвтаназия выполнялась в обеих группах под ингаляционным эфирным наркозом.

Для морфологического исследования использовали фрагменты проксимальных отделов бедренных костей на месте перелома. После фиксации в 10% растворе нейтрального формалина и декальцинации материал подвергался парафиновой проводке по традиционной методике. Для гистологического исследования костной ткани головки бедренной кости использовались парафиновые срезы толщиной 8–10 микрон, окрашенные гематоксилином и эозином.

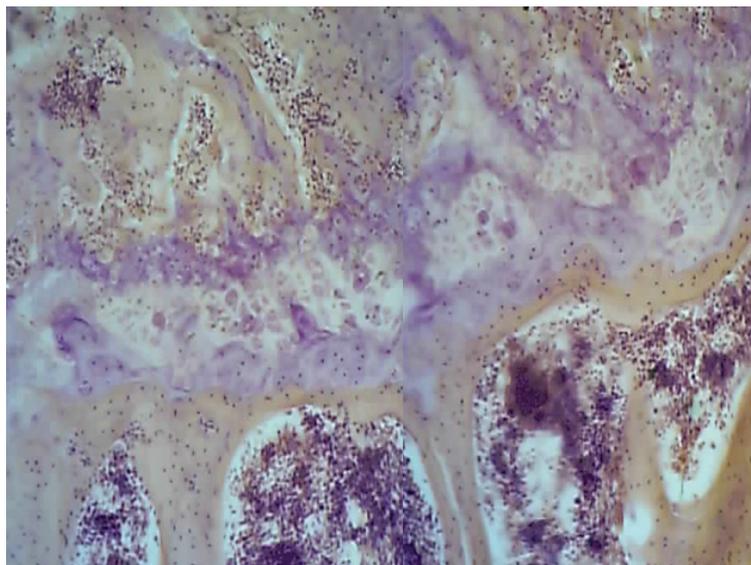
#### Результаты исследования и их обсуждение

Головка бедренной кости крысы (группа «А») через 24 часа после экспериментального перелома шейки бедренной кости выстлана суставным гиалиновым хрящом, в его поверхностной зоне расположены множественные мелкие уплощенные хондроциты, напоминающие фиброциты. В промежуточной зоне определяются более крупные, округлой формы хондроциты. Базальная (глубокая) зона хряща и субхондральная кость (костные балки) разделены базофильной линией на некальцинирующийся и кальцинирующийся слои. В структуре хряща отмечается нарушение соотношений пограничной, столбчатой зон и зоны пузырчатых клеток. Столбчатые клетки не формируют колонки. Отмечено формирование бесклеточных полей (рис. 1).

В метаэпифизарной части головки бедренной кости через 24 часа после перелома в центральных ее отделах отмечается деформация эпифизарной хрящевой пластинки с дискомплексацией пограничной и столбчатой зон с наличием единичных пузырчатых хондроцитов. Зона столбчатых клеток не имеет сформированных четких колонок. В проксимальных частях колонок обнаруживаются единичные созревающие, дифференцирующиеся хондроциты. Зона единичных пузырчатых клеток характеризуется гидратацией, клетки увеличены в размерах, округлой формы. В полостях между костными пластинками и хрящом обнаруживаются единичные капилляры (рис. 2).



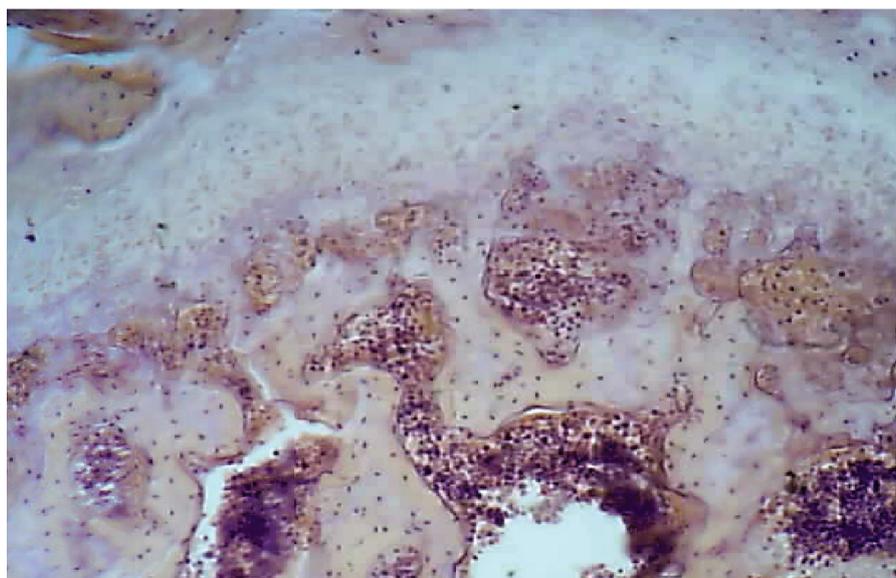
Рис. 1. Суставной гиалиновый хрящ головки бедренной кости с подлежащими костными трабекулами, между которыми виден костный мозг. Окраска гематоксилин-эозин. X 150



*Рис. 2. Метаэпифизарная часть головки бедренной кости (центральная часть). Неровная деформированная эпифизарная хрящевая пластинка с нарушением строения зон. Окраска гематоксилин-эозином. X 150*

В периферических участках метаэпифизарной части головки бедренной кости (рис. 3) также отмечается нарушение строения пограничной и столбчатой зон, зоны пузырчатых клеток в эпифизарной хрящевой пластинке. Ядра хондроцитов слабо окрашиваются и плохо выявляются, появляется много бесклеточных полей. Зона пузырчатых клеток характеризуется гидратацией, они увеличены, округлой формы.

Столбчатые клетки единичны, располагаются небольшими группами, не формируют колонки. Васкуляризация слабо выражена. Вокруг костных балок небольшое количество остеобластов. В большинстве микропрепаратов через 24 часа после перелома в хрящевой и костной тканях головки бедренной кости наблюдаются выраженные ишемические и дистрофические процессы.



*Рис. 3. Метаэпифизарная часть головки бедра (периферические отделы). Окраска гематоксилин-эозином. X 150*

Через 48 часов после нанесения субкапитального перелома шейки дистрофические изменения хрящевой и костной тканей головки бедренной кости становятся более выраженными (рис. 4). Структура гиалинового хряща сохранена только вблизи круглой связки головки (очевидно, имеет значение сохранение местного кровообращения по ходу этой связки). В поверхностной зоне суставного хряща сохраняются мелкие уплощенные хондроциты, напоминающие фиброциты. В участках дистальнее круглой связки клеточные элементы (хондроциты) отсутствуют. В промежуточной зоне препарата обнаруживаются более крупные, округлой формы хондроциты с бледными, слабо окрашенными ядрами.

В этот же срок эксперимента структура головки бедренной кости дистальнее круглой связки значительно нарушена. В метаэпифизарном хряще только поверхностная зона клеток частично сохранена, становятся неразличимыми остальные зоны: пограничная, зоны пузырчатых клеток и столбчатых клеток. Ядра единичных клеток большей частью отсутствуют или слабо окрашены гематоксилином. Вокруг костных балок нет остеобластов. В полостях между костью и хрящом отсутствуют кровеносные капилляры, порою и ксотный мозг. В поверхностной зоне гиалинового суставного хряща сохраняются единичные группы клеток, в остальных частях хрящевой и костной ткани признаки некробиоза и некроза хрящевой и костной ткани. Сохраняются бесклеточные поля (рис. 5).

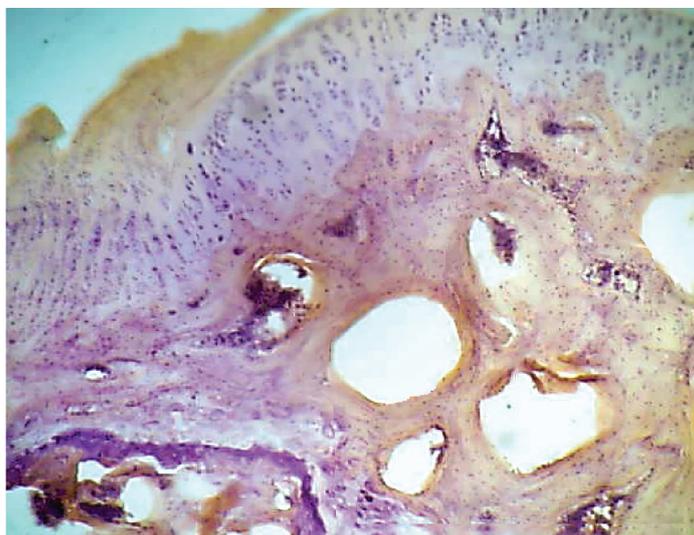


Рис. 4. Структура головки бедренной кости вблизи круглой связки через 48 часов после перелома. Окраска гематоксилин-эозином. X 150

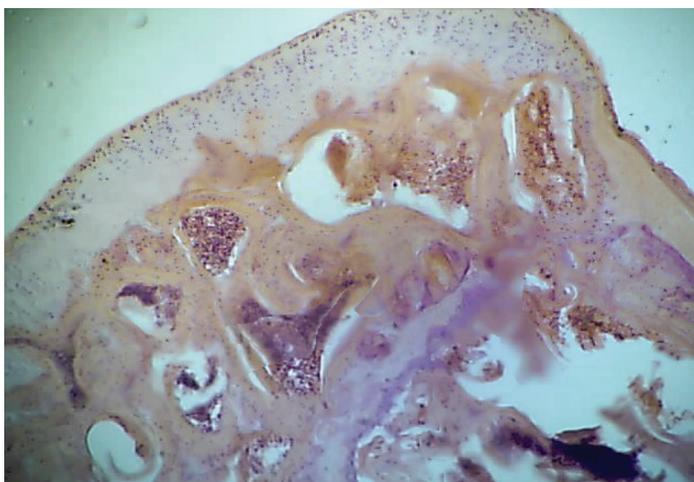


Рис. 5. Суставной гиалиновый хрящ и костная ткань головки бедренной кости дистальнее впадения круглой связки через 48 часов после перелома. Окраска гематоксилин-эозином. X 150

Таким образом, при гистологическом исследовании структурных элементов головки бедренной кости через 24 часа после субкапитального перелома шейки выявлено развитие начальных ишемических и дистрофических процессов в костной и хрящевой ткани головки и метаэпифизарной зоны. Через 48 часов после нанесения перелома отмечена морфологическая картина тяжелой ишемии, необратимой дистрофии и некроза хряща и структур метаэпифизарной части головки бедренной кости. Развитие в ранние сроки после травмы прогрессирующих деструктивных изменений костной и хрящевой тканей (ишемии, дискомплексации и некроза) головки бедра следует связать с нарушением местного внутрикостного кровообращения, связанного с переломом шейки бедренной кости. Это, очевидно, следует учитывать при выборе сроков и методов оперативного лечения при переломах шейки бедренной кости, особенно у лиц пожилого возраста.

#### **Выводы**

Через 24 часа после субкапитального перелома шейки в структурах головки бедрен-

ной кости экспериментальных животных развиваются начальные проявления процессов повреждения в виде ишемии и дистрофии.

Спустя 48 часов после субкапитального перелома шейки у экспериментальных животных развиваются прогрессирующие необратимые процессы, связанные с некомпенсированной ишемией и гибелью хрящевой и костной тканей.

#### **Список литературы**

1. Белинов Н.В. Переломы шейки бедренной кости / Н.В. Белинов. – LAP LAMBERT, 2012. – 152 с.
2. Савинцев А.М. Консервативное лечение медиальных переломов шейки бедренной кости / А.М. Савинцев, В.А. Петров // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии. – 2009. – № 1. – С. 183–186.
3. Скороглядов А.В. Остеосинтез в лечении переломов шейки бедра / А.В. Скороглядов, А.Б. Бут-Гусаим, М.Н. Березенко [и др.] // Российский медицинский журнал. – 2008. – № 4. – С. 53–58.
4. Сравнительная характеристика результатов остеосинтеза медиальных переломов шейки бедренной кости в зависимости от возраста пациента, сроков с момента травмы до операции и вида фиксатора / В.В. Ключевский, В.Г. Самодай, С.И. Гильфанов [и др.] // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 56–59.
5. Шестерня Н.А. Переломы шейки бедра / Н.А. Шестерня, Ю. Гамди, С.В. Иванников. – М.: БИНОМ, 2005. – 104 с.

УДК 57.086.2/.085.2

## ОЦЕНКА ТКАНЕИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ (СКАФФОЛДОВ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КОНФОКАЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ

<sup>1</sup>Ларионов П.М., <sup>2</sup>Маслов Н.А., <sup>3</sup>Богачев С.С., <sup>3</sup>Проскурина А.С., <sup>1</sup>Самохин А.Г.,  
<sup>1</sup>Щелкунова Е.А., <sup>1</sup>Терещенко В.П., <sup>1</sup>Павлов В.В., <sup>4</sup>Баринов А.А.

<sup>1</sup>ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» МЗ РФ, Новосибирск, e-mail: ptrl@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБУН СОРАН РФ «Институт теоретической и прикладной механики им. Христиановича», Новосибирск;

<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики» СО РАН, Новосибирск;

<sup>4</sup>ООО «ОПТЭК», Новосибирск

Многообразие требований, предъявляемых к свойствам тканеинженерных конструкций (скаффолдов) для целей регенерации, определяет отсутствие универсальных методов их оценки. В то же время, рассматривая группу методов микроскопического анализа, мы показали, что лазерная сканирующая конфокальная микроскопия может стать притягательной альтернативой среди микроскопических методов как на этапах производства скаффолдов, так и на этапах культивирования с заселяемыми клетками. Было показано, что применение методов конфокальной микроскопии при получении изображений – Z-stack и метода последовательного сканирования исследуемого образца – (Multitrack), программы Zeiss Zen Black, а также методов обработки изображений – Maximum intensity projection программы Zeiss Zen Black и программного модуля автоматических измерений – Image analysis Zeiss Zen Blue позволяют контролировать производство скаффолда в нанометровом диапазоне. Более того, подключение флуоресцентных красителей – DAPI и меченного FITC фаллоидина, позволяют оценить плотность заселения скаффолда и экспрессию F-актина в цитоплазме заселенных в тканеинженерную конструкцию мезенхимальных стволовых клеток.

**Ключевые слова:** тканеинженерная конструкция (скаффолд), методы конфокальной микроскопии

## THE STUDY OF TISSUE-ENGINEERING CONSTRUCT (SCAFFOLD) USING CONFOCAL MICROSCOPY

<sup>1</sup>Larionov P.M., <sup>2</sup>Maslov N.A., <sup>3</sup>Bogachev S.S., <sup>3</sup>Proskurina A.S., <sup>1</sup>Samokhin A.G.,  
<sup>1</sup>Schelkunova E.A., <sup>1</sup>Tereschenko V.P., <sup>1</sup>Pavlov V.V., <sup>4</sup>Barinov A.A.

<sup>1</sup>Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics Y.L. Tsyvyan MH RF, Novosibirsk, e-mail: ptrl@mail.ru;

<sup>2</sup>Khristianovich Institute of Theoretical and Applied Mechanics the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk;

<sup>3</sup>The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk;

<sup>4</sup>«ОПТЕК», Novosibirsk

The variety of requirements for the properties of fabric engineering designs (scaffolds) for regeneration purposes determines the absence of universal methods for their evaluation. At the same time, considering a group of methods of microscopic analysis, we have shown that laser scanning confocal microscopy can become an attractive alternative among microscopic methods, both at the stages of scaffold production and at the stages of cultivation with populated cells. It has been shown that the application of confocal microscopy methods for image acquisition – Z-stack and the method of sequential scanning of the test sample – (Multitrack), the Zeiss Zen Black program, as well as image processing methods – Maximum intensity projection of the Zeiss Zen Black program and the software module for automatic measurements – Image analysis Zeiss Zen Blue, allow you to control the production of scaffold in the nanometer range. Moreover, the connection of fluorescent dyes-DAPI and FITC-labeled phalloidin-allows one to estimate the density of the scaffold population and the expression of F-actin in the cytoplasm of mesenchymal stem cells populated in the tissue engineering construct.

**Keywords:** tissue engineering design (scaffold), methods of confocal microscopy

Тканеинженерные конструкции (скаффолды) являются важной составляющей регенеративных технологий [1]. Недавнее стремительное развитие таких перспективных методов тканевой инженерии как биопринтинг, лазерно-опосредованные технологии, наряду со ставшими привычными для исследовательской практики импринт-литографией и электроспиннингом, в значительной мере актуализируют исследования

по широкому фронту направлений [2, 3, 4]. К таким направлениям относят создание биомиметических материалов, изучение топографии поверхности скаффолда в проекции наноструктурирования, анализ пространственного взаимодействия материалов скаффолда с заселяемыми культурами клеток, развитие методов неинвазивного контроля, изучение трехмерных клеточных культур с позиций механотрансдукции,

разработку методов математического моделирования, а также оценку перфузионных свойств скаффолда [5, 6, 7].

В настоящее время среди микроскопических методов анализа состояния скаффолдов наиболее широко используются сканирующая и трансмиссионная электронные микроскопии [8, 9]. Кроме того, для оценки создаваемых тканеинженерных конструкций применяются атомно-силовая микроскопия и лазерная сканирующая конфокальная, последняя в значительной мере нацелена на изучение флуоресцентных клеточных меток и трассеров, в то же время возможности лазерной сканирующей конфокальной микроскопии позволяют оценивать структурные элементы скаффолда на этапе его производства, а также на этапах биотехнологии ведения 3D клеточной культуры [10, 11].

**Цель работы:** показать возможности методов конфокальной микроскопии для оценки тканеинженерной конструкции (скаффолда) на этапах его получения и при ведении в условиях 3D клеточной культуры.

#### Материалы и методы исследования

Приготовление скаффолда. Для получения композита использовали следующие материалы: поликапролактон (PCL) (80 кДа, Sigma-Aldrich), хитозан (Chitosan Low molecular weight, Sigma-Aldrich), растворители 1,1,1,3,3,3-гексафторпропанол (HFP, Sigma-Aldrich). Композит готовили следующим образом: готовили 12% PCL W/V, в качестве растворителя PCL использовался хлороформ, хитозан (Chit) растворялся из расчета 50 мг на 1 мл HFP, получали 5% W/V раствор Chit, полное растворение не менее 3 суток. Для получения 0,5% W/V композита хитозана смешивали 1 мл 5% Chit W/V и 9 мл 12% PCL W/V. Затем в композит 0,5 % W/V композит хитозана и поликапролактона добавляли нанопорошок трикальций фосфата (Sigma-Aldrich) с размером частиц 200 nm из расчета 30 мг на 10 мл композита и бета-глицерофосфат динатриевой соли (Sigma-Aldrich) 30 мг на 10 мл композита. Перед проведением электроспиннинга растворы перемешивали с помощью магнитной мешалки в течение 15–17 часов.

Формирование полотна скаффолда выполняли на установке электроспиннинга NF-103 (MECCO), на базе «Инновационный медико-технологический центр» (ЗАО «ИМТЦ»). При получении полотна постоянными параметрами были: высота 22 см, ускоряющее напряжение – 21 кВ, диаметр коллектора (мандрилы) 8 мм, скорость подачи раствора полимера – 0,5 мл в час. При проведении электроспиннинга использовали одноразовые шприцы «B Braun» объемом 5 мл и иглы «Sterican» – 25G. Полученный скаффолд стерилизовали «холодным» этиленоксидным методом.

Получение мезенхимальных стволовых клеток и заселение скаффолда. Получали аспират костного мозга из головки бедренной кости, полученной при операции протезирования тазобедренного сустава, выделяли моноклеарную фракцию костного мозга, с использованием среды, содержащей фиколл, с плотностью 1,077 г/см<sup>3</sup> (Lymphocyte Separation

Medium, Lonza). Центрифугировали 40 мин при 400g при комнатной температуре. Отбирали верхнюю фракцию, промывали в фосфатно-солевом буфере, рассаживали в культуральные флаконы из расчета 1 млн клеток/1 см<sup>2</sup> со средой DMEM с GlutaMax и пониженным содержанием глюкозы 1 г/л (Gibco), дополненной 10% эмбриональной бычьей сывороткой (Gibco) и антибиотиками пенициллин 100 ед./мл и стрептомицин 100 мкг/мл. Культуральные флаконы с клетками помещали в CO<sub>2</sub> инкубатор с 95% влажностью и 5% содержанием CO<sub>2</sub>. На 4 сутки среду с неприлипшими клетками сливали, добавляли свежую среду DMEM, как описано выше, с FGF-β 5 нг/мл. Через неделю меняли среду на свежую без FGF-β, еще через неделю клетки криоконсервировали и использовали для заселения скаффолда. Для криоконсервации использовалась среда следующего состава – DMSO (Sigma-Aldrich) – 10%, эмбриональной бычьей сыворотки (Gibco) – 40% и 50% DMEM с GlutaMax и пониженным содержанием глюкозы 1 г/л (Gibco).

Перед заселением клетками скаффолд фиксировали на дне культурального шестилучного планшета (9,6 см<sup>2</sup>) – площадь поверхности дна лунки (Nunc), добавляли среду DMEM с 10% эмбриональной бычьей сывороткой (Gibco), переносили по 200 тыс. клеток из расчета на 1 лунку с фиксированным скаффолдом на дне, инкубировали в CO<sub>2</sub> инкубаторе с 95% влажностью и 5% содержанием CO<sub>2</sub>. В качестве контроля в две лунки 6-луночного планшета вносили по 200 тысяч клеток (без скаффолда). Полное время инкубации 48 часов, часть образцов исследовалась на цитотоксичность, оставшиеся фиксировали в 10% нейтральном формалине, для цитологического анализа.

Тест на цитотоксичность (МТТ). Через 48 часов после начала культивирования скаффолдов проводили МТТ-тест в 4 образцах со скаффолдом и клетками и в образцах, содержащих только клетки. В каждую исследуемую лунку добавляли свежеприготовленный желтый раствор бромид 3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-тетразолия 5 мг/мл (МТТ, Sigma-Aldrich) до конечной концентрации 0,5 мг/мл и культивировали в течение 3 ч в CO<sub>2</sub>-инкубаторе. После инкубации среду отбирали в отдельные пробирки, центрифугировали при 400 g в течение 5 мин. Супернатант удаляли, выпавшие синие кристаллы формазана растворяли в 1 мл диметилсульфоксида (ДМСО), переносили в соответствующие лунки, мягко пипетируя. Затем отбирали по 3 аликвоты (200 мкл) каждого образца и переносили в 96-луночный планшет. В качестве калибровочного контроля использовали 3 лунки, содержащие только 200 мкл ДМСО. Оптическую плотность определяли на приборе «Multiscan RC» на длине волны 570 нм, вычитая фон при 620 нм. Результаты МТТ-теста обрабатывали с помощью программы «Microsoft Excel». Расчет цитотоксического индекса (ЦИ) проводили по стандартной формуле: ЦИ (%) = [1 – (ОПэ – ОПк) / ОПк], где ОПэ – значение оптической плотности в экспериментальной точке

Окрашивание образцов скаффолда. Для анализа цитоскелета использовали метод с фаллоидином, меченным FITC (Phalloidin Fluorescein Isothiocyanate Labeled, Sigma-Aldrich). Готовили рабочее разведение 5мг на 1 мл меченого FITC фаллоидина. ДМСО, которое использовали для окрашивания фиксированных образцов скаффолда, заселенного клетками, в финальной концентрации при разведении в фосфатно-солевом буфере – 1:40. Продолжительность окрашивания 1 час, затем образцы отмывали в 4 последовательных

сменах дистиллированной воды по 10 минут, высушили и монтировали на предметные стекла.

Для окрашивания ядер использовали флюоресцирующий краситель – DAPI в рабочем разведении – 1 мг на 1 мл деионизированной воды с финальной концентрацией 1:1000 при разведении в фосфатно-солевом буфере, время окрашивания 10 минут, время промывки в дистиллированной воде 10 минут, 2-кратно.

Изучение полотна электроспиннинга методом конфокальной микроскопии. Исследование образцов полотна электроспиннинга методом лазерной конфокальной микроскопии осуществляли с помощью лазерного конфокального микроскопа «Zeiss LMS 710» («Карл Цейсс МикроИмэйджинг ГмбХ», Германия) с принадлежностями: объективы Arochromat x20 сухой и 40x с масляной иммерсией. Выполнялся спектральный анализ аутофлуоресценции волокон полотна электроспиннинга с использованием 32-канального детектора LSM 710. Оптимальным для возбуждения был выбран полупроводниковый лазер с длиной волны 405 нм, так как эмиссия аутофлуоресценции возбужденного им полотна была максимальной. Максимальная аутофлуоресценция крайне важна, так как её точное определение дает впоследствии точную локализацию эмиссионного сигнала каждого волокна внутри конфокального объема, во время проведения последующих экспериментов.

Экспериментально снимали одновременно два канала. Первый канал – это аутофлуоресценция волокон полотна электроспиннинга. Второй канал – детектор проходящего света, который необходим для определения точной локализации эмиссионного сигнала каждого волокна внутри конфокального объема полотна. Для анализа использовали изображения заполнения объема полотна эмиссионным сигналом аутофлуоресценции волокон, что важно для точной оценки «плотности упаковки» – количества волокон в конфокальном объеме сканирования полотна электроспиннинга.

Далее следовало получение Z-stack образца полотна электроспиннинга с последующим 3D моделированием, 3D модель обрабатывалась программным методом Maximum intensity projection программы Zen Black. Для последующего анализа количества волокон в конфокальном объеме использовали программный модуль Image analysis Zen Blue. Готовилась программа автоматических измерений изучаемых элементов изображения с использованием приемов сегментации изображения.

Выполнялся анализ углов смачивания в подготовленных образцах скаффолда в 30-секундном тесте с каплей воды.

Для анализа характера распределения и плотности клеток на скаффолде, применяли окрашивание DAPI с использованием метода последовательного сканирования исследуемого образца (Multitrack), затем применялся программный метод обработки изображений – Maximum intensity projection программы Zeiss Zen Black. Для выявления цитоскелета с меткой (phalloidin – FITC), включали аргонный лазер, готовили трек для FITC на длине волны – 488 нм.

Для анализа характера распределения и плотности клеток на скаффолде было применено окрашивание клеток DAPI, FITC с использованием метода последовательного сканирования исследуемого образца (Multitrack). Метод последовательного сканирования образца позволяет разделить каждый краситель ис-

следуемого образца в отдельный трек, чтобы эмиссия красителей исследуемого образца не пересекалась. Таким образом, мы имеем достоверную картину распределения клеток, где каждый элемент клетки отображен без внесения спектральных искажений. Для выявления цитоскелета с меткой (phalloidin – FITC) включали аргонный лазер (использовалась длина волны 488 нм), настраивали детектор LSM 710 на второй трек эксперимента для отображения красителя FITC. Для понимания особенностей адгезии клеток на скаффолде использовали третий трек, который был настроен на исследования материала скаффолда и являлся отражением лазерного луча от материала поверхности исследуемого образца. Третий трек дает понимание того, что исследуемые клетки прикрепилась к поверхности образца. Для определения плотности заселения скаффолда культурой мезенхимальных клеток использовали модуль ручных измерений программы Zeiss Zen Black, анализировали по 10 изображениям каждого скаффолда.

Методы статистической обработки материала. Обработку полученных результатов исследования проводили с использованием вычисления описательных статистик и путем сравнения количественных параметров с использованием программного обеспечения «ORIGIN PRO 2015». Описательные статистики представлены в виде средней (M) и её стандартной ошибки (m). Статистическую значимость различий между сравниваемыми средними величинами исследуемых параметров оценивали с помощью параметрического двунаправленного t-критерия. Уровень пороговой статистической значимости (P) при этом принимали равным 0,05. Различия сравниваемых величин считали достоверными при значениях, не превышающих порогового уровня, определенного в 0,05 (P<0,05).

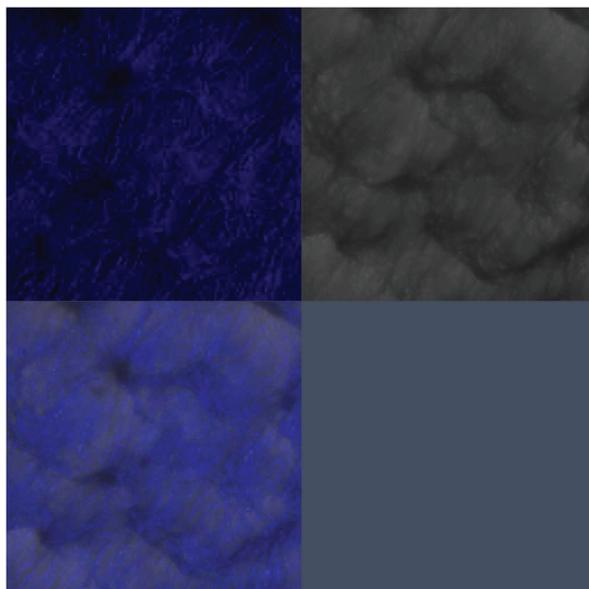
### Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 представлено изображение полотна скаффолда, полученного при использовании метода (Multitrack), на основе аутофлуоресценции волокон скаффолда и детектора проходящего света и последующим подключением метода программной обработки изображений – maximum intensity projection программы Zeiss Zen Black. Средние значения диаметров волокон скаффолда составили  $0,850 \pm 0,48$  мкм. Плотность упаковки волокон в объеме –  $9,34 \pm 0,25$  %. Угол смачивания полотна скаффолда по 30-секундному тесту с каплей воды –  $54^\circ$ . Модуль Image analysis Zeiss Zen Blue позволяет точно сегментировать каждое волокно, что дает точное количество волокон внутри упаковки полотна электроспиннинга, с последующим контролем получения нужных размеров волокон.

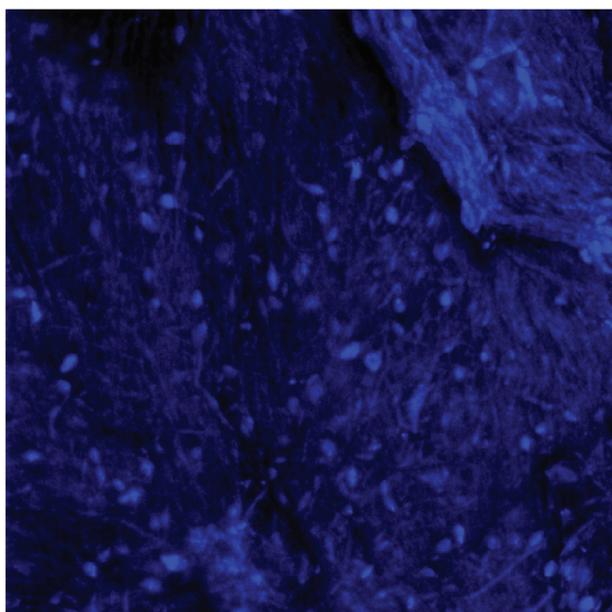
Плотность заселения скаффолда культурой мезенхимальных клеток была в пределах  $220 \pm 16$  клеток на  $\text{мм}^2$ . Колориметрический МТТ – тест не выявил достоверной разницы по уровню растворенного формазана между клеточным материалом в контроле и при

заселении скаффолда  $-1,0 \pm 0,03$  и  $1,14 \pm 0,02$ , соответственно. На рис. 2 представлено плотно скаффолда, заселенного мезенхимальными клетками. Результаты МТТ теста показывают, что микросреда адгезированной на скаффолде культуры клеток мало влияла на митохондриальное дыхание клеток относительно клеток, адгезированных на пластике.

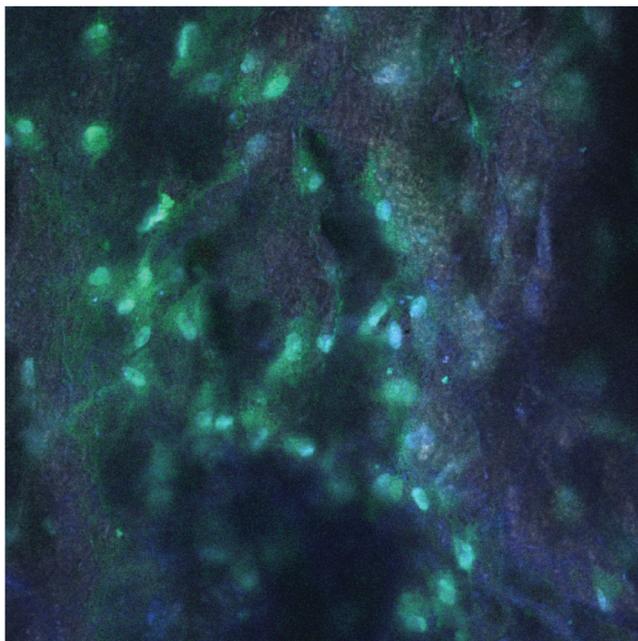
Особенности распределения в цитоскелете F-актина адгезированной на скаффолде клеточной культуры представлены на рис. 3. Практически во всех клетках определяли диффузное распределение FITC-позитивной метки, а само распределение F-актина подчас может требовать ограничения области анализируемой поверхности для корректного считывания показаний.



*Рис. 1. Представлено плотно скаффолда – 0,5% хитозана. Объектив x20, сухой. Двухканальное изображение. Верхнее изображение слева – это аутофлуоресценция волокон скаффолда. Верхнее изображение справа – детектор проходящего света, который необходим для определения точной локализации эмиссионного сигнала каждого волокна внутри конфокального объема полотна. Внизу слева – объединенные в одно изображение первый и второй каналы*



*Рис. 2. Представлено плотно скаффолда – 0,5% хитозана, заселенного мезенхимальными стволовыми клетками. Объектив x20, сухой. Окрашивание DAPI. Двухканальное изображение. Аутофлуоресценция волокон скаффолда, ядра клеток интенсивно голубые*



*Рис. 3. Представлено полотно скаффолда – 0,5% хитозана, заселенного мезенхимальными стволовыми клетками. Объектив x40, масляная иммерсия. Выделен фрагмент изображения с использованием цифрового увеличения (ROI) x1,4. Трехканальное изображение – аутофлюоресценция волокон, ядра окрашены DAPI, элементы цитоскелета – phalloidin-меченым FITC*

### Вывод

Методы конфокальной микроскопии позволяют контролировать получение полотна скаффолда в нанометровом диапазоне, изучать и анализировать плотность заселения клеток, детализировать их морфологические особенности на этапах культивирования при использовании флуоресцентных техник.

### Список литературы

1. Brown R.A., Phillips J.B. Cell responses to biomimetic protein scaffolds used in tissue repair and engineering. *International Review of Cytology*, 2007, Vol. 262, P.75–150. DOI: 10.1016/S0074-7696(07)62002-6.
2. Koo S., Santoni S.M., Gao B.Z., Grigoropoulos C.P. and Ma Z. Laser-assisted biofabrication in tissue engineering and regenerative medicine // *Journal of Materials Research*, 2017, Vol.32, Is.1, P.128–142. DOI: <https://doi.org/10.1557/jmr.2016.452>.
3. Gu B.K., Choi D.J., Park S.J., Kim M.S., Kang C.M., Kim C.H. 3-dimensional bioprinting for tissue engineering applications. *Biomater Res.*, 2016, Vol.20, Is.12. doi: 10.1186/s40824-016-0058-2 eCollection 2016.
4. Создание тканеинженерного эквивалента костной ткани и перспективы его использования в травматологии и ортопедии / Ларионов П.М. и др. // *Хирургия позвоночника*. – 2014. – № 3. – С. 77–85.
5. Larionov P.M., Maslov N.A., Papaeva E.O., Tereshchenko V.P., Celestin V.K., Bogachev S.S., Pressuring A.S., Titov A.T., Filipinos M.L., Pavlov V.V., Kudurov G.A., Orishich A.M. Designing the method for optical in vitro monitoring of the cell-mediated scaffold technology for bone regeneration based on laser-induced fluorescence spectroscopy. *AIP Conf. Proc.* 1760, 020041–1–020041–6 (2016); doi: 10.1063/1.4960260.
6. Larionov P.M., Maslov N.A., Papaeva E.O., Yunoshchev A.S., Filipenko M.L., Bogachev S.S., Proskurina A.S., Samokhin A.G., Kudrov G.A., Tereshchenko V.P., Pavlov V.V., Mihailovsky M.V., Prohorenko V.M., Titov A.T., Mamono-va E.V., Sadovoy M.A. Perfusion properties of scaffolds: A new approach to tissue engineering designs for bone regeneration. *AIP Conference Proceedings* 1882, 020042 (2017); doi: 10.1063/1.5001621.
7. Ganimedov V.L., Papaeva E.O., Maslov N.A., Larionov P.M. Mathematical model of a rotational bioreactor for the dynamic cultivation of scaffold adhered human mesenchymal stem cells for bone regeneration. *AIP Cong. Proc.* 1882, 020020 (2017); doi: 10.1063/1.5001599.
8. Mahmood S.K., Zakaria MZAB, Razak ISBA, Yusof L.M., Jaji A.Z., Tijani I., Hammadi N.I. Preparation and characterization of cockle shell aragonite nanocomposite porous 3D scaffolds for bone repair. *Biochem Biophys Res.* 2017 Apr 23, 10, 237–251. doi: 10.1016/j.bbrep.2017.04.008. eCollection 2017.
9. Wagner M., Kaehler D., Anhenn O., Betz T., Awad S., Shamaa A., Theegarten D., Linder R. Nanostructure analysis by atomic force microscopy followed by light microscopy on the same archival slide. *Microsc’ Res Tech.* 2009 Jul, 72(7), 471–81. doi: 10.1002/jemt.20691.
10. Jose M.V., Thomas V., Johnson K.T., Dean D.R., Nair E. Aligned PLGA/HA nanofibrous nanocomposite scaffolds for bone tissue engineering. *Acta Biomaterialia*. 2009, 5, 305–315.
11. Benedicta W. Graf and Stephen A. Boppart Imaging and Analysis of Three-Dimensional Cell Culture Models *Methods Mole Biol.* 2010, 591, 211–227. doi: 10.1007/978-1-60761-404-3\_13.

УДК 574.474:595.789

## К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДНЕВНЫХ БАБОЧЕК В УСЛОВИЯХ КАТУНСКОГО РЕКРЕАЦИОННОГО РАЙОНА

Малков П.Ю.

ГОУ ВО «Горно-Алтайский государственный университет», Горно-Алтайск,  
e-mail: malkovi@bk.ru

На основе анализа результатов учетов на трансектах показано, что высокий уровень антропогенной нагрузки приводит к снижению видового богатства и разнообразия населения дневных бабочек в условиях горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района. Обедненность в местах концентрации туристов и рекреантов прослеживается как до начала массового туристического сезона, так и в его разгар, что позволяет говорить о пролонгированности изменений. Наиболее значительные перестройки, по-видимому, происходят в сообществах дневных чешуекрылых долинных лугов, так как различия в индексах разнообразия здесь, как правило, статистически достоверны, тогда как в сообществах березово-сосновых лесов это проявляется лишь на уровне тенденции. Для минимизации указанного процесса представляется целесообразным выделить в пределах ландшафтов долины реки Катунь небольшие по площади резерваты с регулируемым доступом, которые позволили бы сохранить своеобразный биологический потенциал территории.

**Ключевые слова:** дневные бабочки, булавоусые чешуекрылые, рекреация

## EVALUATION OF STABILITY OF BUTTERFLIES POPULATIONS OF THE KATUN RECREATION DISTRICT

Malkov P.Y.

Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, e-mail: malkovi@bk.ru

The analysis of transect counts data has shown that high level of human disturbance leads to decrease in both species richness and species diversity of butterflies in montane areas of southern part of Katunsky recreational region. The butterfly species depletion on tourist and other recreants' concentration spots was observed before the beginning of mass tourist season as well as at peak of it and therefore can indicate the prolonged effect of population changes. The most serious rearrangements apparently take place in butterfly communities of meadows because the differences in biodiversity indexes here are statistically significant, whereas the communities of birch-pine forests demonstrate only subtle tendencies. To minimize the observed effects it is advisable to allot several medium-sized protected areas with regulated access along the valley of Katun river which would assist in preservation of a distinctive biological potential of the territory.

**Keywords:** butterflies, Hesperioidea, Papilionoidea, recreation

В предыдущей публикации рассмотрены процессы трансформации населения дневных бабочек под влиянием туристско-рекреационной деятельности главным образом, применительно к условиям северной части Катунского рекреационного района Алтая [4]. В той же статье обоснована актуальность и общая логика исследования. Представленное сообщение преследует цель охарактеризовать специфику реакции сообществ дневных бабочек на рекреационный фактор в окрестностях курорта Чемал, расположенного в южной части Катунского района.

### Материалы и методы исследования

Характер влияния туристско-рекреационной деятельности на состояние населения дневных чешуекрылых в южной части Катунского рекреационного района изучали на примере двух ландшафтов, расположенных в окрестностях курорта Чемал (долинные луга и долинные березово-сосновые леса). При этом сообщества булавоусых бабочек в каждом из биотопов оценивали в двух вариантах – на участках с высоким и участках с низким уровнем антропогенного

воздействия. Отличающиеся наибольшим своеобразием сообщества разнотравных склонов с обнажениями горных пород, для которых характерен ряд интересных в лепидоптерологическом отношении видов (например, аполлонов *Parnassius apollo*, *P. nomion*, *P. clarius*), в данном сообщении не рассматриваются, так как в связи с высокой сложностью рельефа туристы здесь перемещаются почти исключительно по узким тропам, и выделить репрезентативные участки рекреационного воздействия не представляется возможным.

Учеты проводили в 2017 г. до начала массового туристического сезона (конец мая – начало июня) и в его разгар (конец июля – начало августа). Бабочек учитывали маршрутным методом на трансектах. Метод трансект, в отличие от методов учетных площадок и мечения, предъявляет менее жесткие требования к типу распределения вида внутри станции [8]. На каждом из исследованных участков одновременно проходили 2–3 км. Указанная длина маршрута репрезентативна для оценки обилия отдельных видов, если они неоднократно встречаются на маршруте [10], а также для оценки суммарного обилия, так как совокупность единично встречающихся видов, как правило, составляет незначительную часть общей плотности населения [1, 2]. Ширину трансекта определяли для каждого вида отдельно по удвоенной

средней дальности обнаружения [5]. Для вычисления обилия использовали формулу

$$x_i = \frac{5n_i}{k_i L},$$

где  $x_i$  – обилие  $i$  вида на 1 га,  $n_i$  – число зарегистрированных особей  $i$  вида,  $k_i$  – средняя дальность обнаружения  $i$  вида в метрах,  $L$  – длина маршрута в километрах [3].

В качестве интегральных показателей для оценки состояния населения дневных бабочек анализировали: число видов, встреченных на маршруте, суммарное обилие, индексы разнообразия Симпсона и Шеннона. Напомним, что индексы разнообразия учитывают два компонента – видовое богатство и выравненность вклада видов в суммарное обилие, при этом, чем больше видов образуют сообщество и чем выше выравненность их обилия, тем более разнообразным и структурно сложным оно считается. На величину первого из индексов наибольший эффект оказывает самый обильный вид [6], тогда как второй индекс более чутко реагирует на изменение количества видов в группировке, особенно при низком видовом богатстве [7]. Оценку статистической достоверности различия индексов разнообразия проводили с помощью ресэмплинга перестановочным (permutation) тестом [8] при 9999 рандомизациях. Все вычисления осуществляли с использованием программ MS Excel и Paleontological Statistics [9].

### Результаты исследования и их обсуждение

В раннелетний период основные отличия сообществ дневных бабочек на контрольных и подверженных рекреационному воздействию участках сводятся к следующему (табл. 1). В условиях разнотравных лугов долины реки Катунь тенденцию снижения обилия на рекреационных участках демонстрируют 13 из 16 (81%) зарегистрированных в этом биотопе видов дневных чешуекрылых. При этом мальвовая толстоголовка *Pyrgus malvae*, зорька *Anthocharis cardamines*, пеструшка спирейная *Neptis rivularis*, верониковая шашечница *Mellicta britomartis*, перламутровка *Clossiana dia*, сенница *Coenonympha hero* и голубянка *Lycaena helle*, *Aricia artaxerxes* в местах концентрации отдыхающих не обнаружены даже единичными экземплярами. Противоположную тенденцию увеличения плотности популяции на участках рекреации демонстрируют лишь три вида – белянки *Aporia crataegi*, *Pieris rapae* и голубянка *Plebejus argus*. Два первых из них – типичные мигранты, скопления имаго у которых зачастую обусловлены наличием белковой и минеральной подкормки, например, в виде отходов жизнедеятельности лошадей, весьма обильных в местах прохождения конных туристических маршрутов. В отношении голубянки *Plebejus argus* отметим, что по результатам аналогичных исследований

в более влажной северной части Катунского района она была отнесена к группе видов, избегающих рекреационную нагрузку [4]. В южной же части района данный вид находит, по всей видимости, более благоприятные условия, так его обилие здесь на порядок выше, и рекреационный фактор перестает быть лимитирующим.

Из 15 видов дневных бабочек, встреченных в раннелетний период на трансектах в березово-сосновых лесах, восемь (53%) отдают предпочтение участкам с низкой рекреационной нагрузкой. Из них толстоголовка *Carterocephalus silvicolus*, парусник Штуббендорфа *Parnassius stubbendorfi*, ленточник Гельмана *Limenitis helmanni*, голубянка *Plebejus argyrognomon*, а также уже упомянутые при рассмотрении населения долинных лугов *Anthocharis cardamines* и *Coenonympha hero* обнаружены исключительно на участках с малым рекреационным воздействием. Противоположенный характер предпочтения проявляется у шести видов, большинство из которых экологически принадлежат к луговому комплексу и для лесов нормальной полноты малохарактерны, в частности, махаон *Papilio machaon*, горошковая беляночка *Leptidea sinapis* и голубянка *Aricia artaxerxes*.

В середине лета в долинных лугах зарегистрировано в общей сложности 27 видов дневных бабочек (табл. 2). Количество видов, выявленных с более высоким обилием или исключительно на участках с низкой антропогенной нагрузкой, совпадает с числом видов, для которых характерна противоположная тенденция (по 12 видов и 44%). В местах массовой рекреации не обнаружены белянки *Leptidea sinapis*, *Pieris rapae*, *P. napi*, шашечницы *Melicia latonigena* и *Melitaea phoebe*, сатириды *Aphanopus hyperantus*, *Lasiommata maera*, *Coenonympha amaryllis*, голубянки *Lycaena alciphron* и *Aricia eumedon*. Только на рекреационных участках встречены способные к сравнительно длительным перелетам *Aglais urticae* и *Pieris brassicae*, а также голубянка *Plebejus argus*, ситуация в отношении которой обсуждалась выше.

На трансектах в березово-сосновых лесах в это же время зарегистрировано 12 видов дневных чешуекрылых, из которых семь (58%) более обильны в естественных вариантах биотопа, в том числе четыре обнаружены только здесь – толстоголовка *Ochlodes sylvanus*, краеглазка придорожная *Lopinga achine* и чернушки *Erebia aethiops*, *E. ligea*. Только вдоль грунтовых лесных дорог, тропинок и на полянах на рекреационных участках присутствует луговой вид *Minois dryas*, а также мигранты – резедовая белянка *Pontia daplidice* и многоцветница *Nymphalis xanthomelas*, не встреченные в контроле.

Таблица 1

Раннелетний аспект населения дневных чешуекрылых горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района (2017 г.), особей/га

Вид	Долинные луга		Березово-сосновые леса	
	В	Н	В	Н
<i>Plebejus argus</i>	147	136	6	2
<i>Aporia crataegi</i>	72	68	20	15
<i>Plebejus argyrognomon</i>	2	15	0	1
<i>Neptis rivularis</i>	0	1	4	6
<i>Leptidea sinapis</i>	1	8	0,5	0
<i>Pieris napi</i>	1	2	2	4
<i>Coenonympha hero</i>	0	3	0	5
<i>Coenonympha amaryllis</i>	3	5	0	0
<i>Aricia artaxerxes</i>	0	6	2	0
<i>Leptidea morsei</i>	0	0	3	3
<i>Lycaena helle</i>	0	4	0	0
<i>Araschnia levana</i>	0	0	2	1
<i>Anthocharis cardamines</i>	0	0,5	0	0,5
<i>Carterocephalus silvicolus</i>	0	0	0	1
<i>Pieris rapae</i>	0,6	0,3	0	0
<i>Mellicta athalia</i>	0,4	0,5	0	0
<i>Pyrgus malvae</i>	0	0,7	0	0
<i>Limenitis helmanni</i>	0	0	0	0,5
<i>Mellicta britomartis</i>	0	0,5	0	0
<i>Papilio machaon</i>	0	0	0,3	0
<i>Parnassius stubbendorfi</i>	0	0	0	0,3
<i>Clossiana dia</i>	0	0,3	0	0

Условные обозначения: В – высокий, Н – низкий уровень туристско-рекреационного воздействия.

Таблица 2

Летний аспект населения дневных чешуекрылых горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района (2017 г.), особей/га

Вид	долинные луга		березово-сосновые леса	
	В	Н	В	Н
1	2	3	4	5
<i>Minois dryas</i>	9	7	0,6	0
<i>Argynnis paphia</i>	0,8	0,7	5	8
<i>Neptis rivularis</i>	0	0	2	11
<i>Colias hyale</i>	5	3	0	0
<i>Aphanopus hyperantus</i>	0	2	2	4
<i>Plebeius argus</i>	8	0	0	0
<i>Polyommatus icarus</i>	4	3	0	0
<i>Melinaea latonigena</i>	0	6	0	0
<i>Brenthis daphne</i>	2	3	0	0
<i>Coenonympha oedippus</i>	3	2	0	0
<i>Pontia daplidice</i>	2	0,7	0,3	0
<i>Brenthis ino</i>	2	1	0	0
<i>Pieris rapae</i>	0	3	0	0
<i>Melitaea phoebe</i>	0	3	0	0
<i>Pieris napi</i>	0	0,4	1	1

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
<i>Heteropterus morpheus</i>	1	1	0	0
<i>Heodes virgaureae</i>	1	1	0	0
<i>Argynnis adippe</i>	0	2	0	0
<i>Lopinga achine</i>	0	0	0	2
<i>Aricia eumedon</i>	0	2	0	0
<i>Argynnis niobe</i>	1	0,6	0	0
<i>Argynnis aglaja</i>	1	0,4	0	0
<i>Leptidea morsei</i>	0	0	0,8	0,6
<i>Aglais urticae</i>	1	0	0	0
<i>Pieris brassicae</i>	0,7	0	0	0
<i>Leptidea sinapis</i>	0	0,6	0	0
<i>Nymphalis xanthomelas</i>	0	0	0,5	0
<i>Lycaena alciphron</i>	0	0,4	0	0
<i>Ochlodes sylvanus</i>	0	0	0	0,3
<i>Lasiommata maera</i>	0	0,3	0	0
<i>Coenonympha amaryllis</i>	0	0,3	0	0
<i>Erebia aethiops</i>	0	0	0	0,3
<i>Erebia ligea</i>	0	0	0	0,3

Сопоставление обобщенных характеристик населения дневных бабочек в естественных биотопах и их рекреационных аналогах позволяет получить целостное представление о закономерностях их трансформации, так как интегральные показатели определяются с учетом вклада всей совокупности видов и, следовательно, более надежны в сравнении с фактом изменения обилия (присутствия – отсутствия) того или иного вида. Теоретически отсутствие вида на трансекте может быть обусловлено влиянием случайных факторов, например, продолжительностью маршрута. Интегральные характеристики с одной стороны менее зависимы от таких случайных факторов, с другой – позволяют сравнивать между собой сообщества в существенно отличающихся условиях, а также разные группы организмов.

Анализ сводных показателей позволяет утверждать, что высокий уровень рекреационной нагрузки приводит к снижению видового богатства и разнообразия населения дневных бабочек в условиях горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района (табл. 3). Обедненность их населения в местах концентрации туристов и рекреантов прослеживается как до начала массового туристического сезона, так и в его разгар, что позволяет говорить о прологированности изменений. Наиболее значительные перестройки, по-видимому, происходят в сообществах дневных чешуекрылых долинных лугов, так как различия в индексах разнообразия здесь, как правило, статистически достоверны, тогда как в сообществах березово-сосновых лесов это проявляется лишь на уровне тенденции.

Таблица 3

Интегральные показатели населения дневных чешуекрылых горно-долинных ландшафтов южной части Катунского рекреационного района

Показатель	долинные луга		березово-сосновые леса	
	В	Н	В	Н
начало июня				
Видовое богатство	8	16	9	12
Суммарное обилие	226	248	39	38
Индекс Симпсона	0,48*	0,62	0,70	0,79
Индекс Шеннона	0,82*	1,39	1,60	1,93
конец июля – начало августа				
Видовое богатство	15	23	8	9
Суммарное обилие	40	39	10	26
Индекс Симпсона	0,87	0,90	0,65	0,69
Индекс Шеннона	2,40*	2,96	1,85	1,58

Условные обозначения: \* –  $P < 0,05$ .

### Заключение

Рассмотренные в данном сообщении изменения в сообществах дневных чешуекрылых Катунского рекреационного района согласуются с ранее полученными представлениями о том, что население булавоусых чешуекрылых на данной территории реагирует на высокий уровень рекреационного воздействия качественными и количественными изменениями в видовом составе и структуре [4]. Происходящие изменения носят направленный (векторный) характер, при этом они проявляются не только в период массового потока туристов, но и сохраняются в иные сезоны. Для минимизации указанного процесса представляется целесообразным выделить в пределах ландшафтов долины реки Катунь, как испытывающих наибольшую рекреационную нагрузку, небольшие по площади резерваты с регулируемым доступом, которые позволили бы сохранить своеобразный биологический потенциал территории.

*Исследование выполнено при поддержке грантом РФФИ №16-45-040158 р\_а и инициативным научным проектом госзадания Минобрнауки РФ 5.5702.2017/БЧ.*

### Список литературы

1. Кузякин А.П. Дневные чешуекрылые как зоогеографический индикатор // Четвертая межвузовская зоогеографическая конференция: тезисы докладов. – Одесса: ОГУ, 1966. – С. 135–136.
2. Мазин Л.Н. Общие итоги и перспективы исследования населения булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) природных зон СССР // Систематика животных, практическая зоология и ландшафтная зоогеография (чтения памяти А.П. Кузякина). – 1991. – С. 68–78.
3. Малков П.Ю. Количественный анализ биологических данных. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2005. – 76 с.
4. Малков П.Ю. Влияние рекреационного природопользования на биотопические группировки дневных бабочек (на примере Катунского рекреационного района Республики Алтай) // Международный журнал фундаментальных и прикладных исследований. – 2016. – № 9. – Ч. 2. – С. 252–256.
5. Малков Ю.П. К методике учета булавоусых чешуекрылых // Животный мир Алтае-Саянской горной страны. – Горно-Алтайск, 1994. – С. 33–36.
6. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
7. Шитиков В.К. Использование рандомизации и бутстрепа при обработке результатов экологических наблюдений // Принципы экологии. – 2012. Т.1. – №1. – С. 4–24.
8. Gall L.F. Measuring the Size of Lepidopteran Populations // Journal of Research on the Lepidoptera. – 1985. – Vol. 2. – № 24. – P. 97–116.
9. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. – 2001. – №4. – 9 p. <http://folk.uio.no/ohammer/past/Past3.zip>
10. Thomas J.A. A Quick Method for Estimating Butterfly Numbers During Surveys // Biological Conservation. – 1983. – № 27. – P. 195–211.

УДК 577.16:547.96

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АСКОРБИНАТА НИКОТИНАМИДА

<sup>1</sup>Сарыбаева Б.Д., <sup>2</sup>Пищугин Ф.В., <sup>3</sup>Арзыбаев М.А., <sup>4</sup>Исаев М.А.

<sup>1</sup>Таласский государственный университет, Талас, e-mail: baktygul\_1@mail.ru;

<sup>2</sup>Национальная академия наук Кыргызской Республики, Бишкек, e-mail: Pishugin@rambler.ru;

<sup>3</sup>Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, Бишкек, e-mail: amomun@mail.ru;

<sup>4</sup>Кыргызский научно-исследовательский институт ветеринарии им. А. Дуйшеева, Бишкек

В статье приводятся данные эксперимента по изучению биологической активности аскорбината никотинамида, полученного направленным синтезом. Установлено, что максимально переносимая доза (ЛД<sub>0</sub>) аскорбината никотинамида для белых мышей составила 1500 мг/кг, ЛД<sub>16</sub> – 1835 мг/кг, среднелетальная доза (ЛД<sub>50</sub>) – 2450 (2254±1864,5) мг/кг, ЛД<sub>84</sub> – 2425 мг/кг, а его абсолютно летальная доза для мышей (ЛД<sub>100</sub>) – 2800 мг/кг живой массы животных. Препарат обладает стимулирующим рост и развитие молодняка животных действием. При его применении повышается привес крольчат по сравнению с показателями контрольной группы на 17,6 ± 2,1%, а аскорбиновая кислота – на 4,9±1,4%. Под его действием гематологические показатели кроликов не претерпели существенных изменений.

**Ключевые слова:** витамины, аскорбиновая кислота, никотинамид, параметры острой токсичности, аскорбинат никотинамида

## BIOLOGICAL ACTIVITY OF AN ASCORBAS OF NICOTINAMIDE

<sup>1</sup>Sarybaeva B.D., <sup>2</sup>Pishugin F.V., <sup>3</sup>Arzybaev M.A., <sup>4</sup>Isaev M.A.

<sup>1</sup>The Talas state university, Talas, e-mail: baktygul\_1@mail.ru;

<sup>2</sup>National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, e-mail: Pishugin@rambler.ru;

<sup>3</sup>The Kyrgyz National Agricultural University of K. I. Scriabin, Bishkek, e-mail: amomun@mail.ru;

<sup>4</sup>The Kyrgyz research institute of veterinary science of A. Duysheev, Bishkek

The article presents the data eksperimentalnogo for studying the biological activity of nicotinamide ascorbate, obtained by directed synthesis. It is established that the maximum tolerated dose (ЛД<sub>0</sub>) ascorbate nicotinamide to mice was 1550 mg/kg, ЛД<sub>16</sub> – 1835 mg/kg, Sredneurskaya dose (LD<sub>50</sub>) – 2450 (2255±1856) mg/kg, ЛД<sub>84</sub> – 2420 mg/kg, and its absolutely lethal dose for mice (LD<sub>100</sub>) – 2700 mg/kg body weight of the animals. The drug has a stimulating the growth and development of young animals action. In its application improves the weight gain of rabbits compared with the control group 17.6±2.1% and ascorbic acid 4.9±1.4 percent. Under its action gematologicheskly the performance of rabbits have not undergone significant changes.

**Keywords:** vitamins, ascorbic acid, nicotinamide, parameters of acute toxicity, ascorbas nicotinamide

Витамины принимают активное участие в обмене веществ в организме животного. Известны 13 витаминов, представляющих родственные соединения с одинаковой активностью (витамины противоксерофтальмический, антирахитный, антинервно-мышечных нарушений, антигипокоагуляционный растворимы в жирах, витамин антискорбутный, тиамин, дегидроретинол, пиридоксин, цианокобаламин, никотинамид, пантотенат, биотин, фолацин растворимы в воде). Кроме этих витаминов, существуют другие соединения, входящие в группу активных веществ, но свойства их еще полностью не установлены (калия оротат, В<sub>8</sub>, тиактоцид, рутабион, В<sub>11</sub>, В<sub>15</sub>, убидекаренон). [1, 208–270; 2, 2083–2089; 3, 1–250].

Получение аскорбината никотинамида. В колбу помещают раствор 35,4 г (0,2 моль) аскорбиновой кислоты в 40 мл воды. Затем приливают раствор 24,4 г (0,14 моль) никотинамида в 500 мл спирта. Растворы перемешивают при комнатной температуре в течение 1,5 часа. Контроль за ходом реакции

и чистотой конечных продуктов определяли методами УФ-спектроскопии и тонкослойной хроматографии (ТСХ). Смесь со временем переходит в желтый цвет. Выпадает светло-желтый осадок. Осадок отфильтровали, дополнительно очищали перекристаллизацией из пропанола. Выход продукта (65%) 19 г. Тпл. 145–146°C.

Анализ ИК-спектров L-аскорбиновой кислоты, никотинамида и аскорбината никотинамида показал наличие полос поглощения в конечном продукте исходных компонентов и дополнительных полос поглощения в области 3377 см<sup>-1</sup> и 2360 см<sup>-1</sup>, которые, согласно литературным данным, можно отнести за счет образования аммонийных солей никотинамида.

Полученный продукт аскорбинат никотинамида идентифицировали физико-химическими методами как элементный анализ, ИК-спектроскопия, УФ-спектроскопия, ТСХ, определением температуры плавления.

Кинетика взаимодействия L-аскорбиновой кислоты с никотинамидом. В качестве объектов исследования были взяты

L-аскорбиновая кислота и никотинамид марки «х.ч.», как растворитель применяли водно-спиртовые буферные растворы, приготовленные по методике.

Эквимоллярные растворы L-аскорбиновой кислоты и никотинамида растворялись в буферных растворах и выдерживались при заданной температуре в течение 30 минут в термостате U-15° с точностью  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . За начало реакции принимался момент смешивания растворов витамина С и никотинамида.

Как показали предварительные опыты, при сливании термостатированных растворов в результате взаимодействия компонентов появляется желтая окраска и новый максимум поглощения в области 360 нм.

В случае если один или хоть скольконибудь витаминов оказывается не целиком приемлемыми для осваивания организмом или приемлемыми в ничтожном объеме, тогда разменные ходы повреждаются, в конечном счете сокращается производительность, приостанавливается развитие, образуется витаминная недостаточность, повреждается плодотворность у самочек и размножающая годность у производителей, увеличивается восприимчивость к заразным и паразитным болезням. Так, при недостатке витамина С нарушается превращение пролина в гидроксипролин (основной строительный элемент коллагеновых волокон), что обуславливает проявление признаков цинги (кровоток из прекапилляров и капилляров) с разделением соединительной ткани в суставах, деснах, костях и хрящах. Неспелые коллагеновые волокна и сниженная действенность сосудистой системы вызывают пупочное кровотечение [1, с. 208–270].

При авитаминозе С понижена резистентность телят к вирусам, в первую очередь к возбудителям респираторных заболеваний [4, с. 131–139], в связи с тем, что аскорбиновая кислота стимулирует образование  $\mu$ -глобулинов и блокирует SB-группы цистеина, содержащегося в них. Повышенное содержание в тканях аскорбиновой кислоты понижает напряжение на поверхности клеточных мембран, облегчает растворение липопротеиновой оболочки лейкоцитов, что делает доступными нуклеиновые кислоты для воздействия на них нуклеаз.

При недостатке витамина РР у детей развивается пеллагра, основными признаками которой является диарея (приводящая к истощению), деменция (нарушение психики и мышления) и в более тяжелых случаях – дерматит.

Для профилактики гиповитаминоза витамин РР назначают детям, страдающим ахи-

лией, энтеритами, колитами, аскоридозом, лямблиозом, язвенной болезнью, при которых нарушено всасывание витамина.

С лечебной целью никотиновую кислоту или ее амид применяют для устранения авитаминоза и признаков гиповитаминоза; для ликвидации явлений гипоксии и ацидоза у детей с пневмониями, шоком, различными токсикозами, для стимуляции анаболических процессов при лечении гипотрофий, заболеваний печени. Никотиновую кислоту и ее амид вводят в организм перорально. При недостатке никотинамида (ниацина) в организме нарушаются окислительно-восстановительные процессы, затрагивающие распад и синтез жирных кислот, углеводов и аминокислот. Это приводит у новорожденных свиней к потере аппетита, геморрагической диарее. У цыплят отмечается замедленный рост, потеря аппетита сквамозный дерматит на боковых сторонах головы и туловища, пероз, деформация бедренной кости и геморрагическая диарея [2, с. 2083–2089].

Вышеописанное доказывает важность применения витаминных препаратов в животноводстве для повышения их продуктивности, улучшения качества животноводческой продукции.

В этих целях нами синтезирован в Институте химии и химических технологий Национальной Академии Наук Кыргызской Республики в лаборатории органической химии новое соединение «аскорбинат никотинамида» [5]. Данная статья посвящается изучению его острой токсичности и биологической активности.

### Материалы и методы исследования

Эксперименты по определению норм острой ядовитости аскорбината никотинамида вели на 60 клинических, нормальных, белых, подопытных мышках с живой массой 18–20 г. Животных разбили на 6 групп по 10 голов в каждой. Вещество вводили животным внутрь (peros) в виде 20%-го водного раствора с помощью шприца, оборудованного специфическим металлическим шаром, в дозах 1550, 1835, 2450, 2420 и 2700 мг/кг живой массы. Подопытные мыши из 10 голов являлась контролем и получили нужный объем хлорида натрия.

Опыты продолжались 12 дней, в течение которых велось наблюдение за подопытными и контрольными животными. При этом учитывали общее состояние, аппетит, характер и клинику химического токсикоза и гибель животных. Трупы павших животных были подвергнуты патологическому вскрытию для выявления характера и степень патологических изменений во внутренних органах [6, с. 524–537].

Полученные цифровые данные подвергли статистической обработке методом пробит анализа (Lichfield, Wilcoxon, 1949) в варианте 3. Pota (Z. Roth, 1960) с применением привычной миллиметровой бумаги [7, с. 126–146].

Опыты по изучению биологической активности проводили на 9 головах молодняка кроликов с живой массой 1,0–1,1 кг (1000–1100 г). Подопытные кролики разделены на 3 группы. В каждой группе по 3 кролика. Крольчат первой группы кормили измельченной зерносмесью с добавкой аскорбината никотинамида из перерасчета 8 мг на килограмм сухого корма. Вторую группу кормили зерносмесью с добавкой аскорбиновой кислоты (витамина С, антицинготный витамин) в такой же дозе. Третья группа служила контролем и получала только зерносмесь. Опыты продолжались 1 месяц. После опытов крольчат взвесили и взяли анализ крови для гематологических исследований. Основные гематологические показатели у кроликов изучили по общепринятой методике [8, с. 65–193].

Статистическую обработку цифровых материалов опытов проводили методом Фишера-Стьюдента с использованием критерия (t) Ермолова [9, с. 49–56].

### Результаты исследования и их обсуждение

Клиническая картина отравления белых мышей, получивших токсические дозы аскорбината никотинамида, проявлялась через 30–45 минут после его введения. Основные признаки токсикоза у мышей были следующие: общее беспокойство, отказ от корма и воды, учащенное и поверхностное дыхание, частое сердцебиение, потливость, понос и частое мочеотделение, повышение тактильной чувствительности кожи, понижение температуры тела. Перед смертью у животных наблюдается прогрессирующее общее угнетение, и они падают на пол в неестественном положении. Смерть наступает в сильных клонико-тонических судорогах, как правило, в течение первого и второго дней отравления. Оставшиеся в живых мыши быстро восстанавливаются, начинают бегать по клетке и есть корм [10, с. 23–25].

Результаты статистической обработки цифровых данных опытов показывают (табл. 1), что максимально переносимая

доза (ЛД<sub>0</sub>) аскорбината никотинамида для белых мышей составила 1550 мг/кг, ЛД<sub>16</sub> – 1835 мг/кг, среднелетальная доза (ЛД<sub>50</sub>) – 2450 (2255÷1856) мг/кг, ЛД<sub>84</sub> – 2420 мг/кг а его абсолютно летальная доза для мышей (ЛД<sub>100</sub>) – 2700 мг/кг живой массы животных.

Визуальный осмотр внутренних органов при патолого-анатомическом вскрытии трупов павших мышей показал следующие изменения в них: катарально-геморрогическое воспаление слизистой оболочки желудка и тонкого отдела кишечника; печень увеличена, под её оболочкой множественные точечные кровоизлияния; почки темно-коричневого цвета, при разрезе сочится пенная кровь, на оболочке кровоизлияния [10, с. 23–25].

Итоги экспериментов по определению биологической активности показали, что за время проведения эксперимента масса крольчат в первой группе составила 670±11,4 г (P > 0,01), во второй – 598±42,4 г (P < 0,05), в третьей-группе – 570±16,2 г. Как видно из данных опыта, аскорбинат никотинамида в испытанной дозе повышает прирост крольчат по сравнению с показателями контрольной группы на 17,6±2,1%, а аскорбиновая кислота – на 4,9±1,4% (табл. 2). Эти данные подтверждают, что аскорбинат никотинамида обладает выраженным стимулирующим рост и развитие молодняка животных действием. Различия показателей по сравнению с контролем статистически достоверно (P > 0,01). Такое же влияние оказывает и аскорбиновая кислота в дозе, аналогичной первому соединению. Однако это действие статистически недостоверно (P < 0,05).

Вдобавок установлен значительный подъем гематологических признаков крови у крольчат под действием аскорбината никотинамида (табл. 3). Однако разница в показателях была статистически недостоверна (P < 0,05).

Таблица 1

Параметры острой токсичности аскорбината никотинамида

№ гр.	Доза, мг/кг	Количество мышей	Результаты		Параметры острой токсичности
			пало	выжило	
1	1550	10	0	10	ЛД <sub>0</sub> =1550 мг/кг ЛД <sub>16</sub> =1835 мг/кг ЛД <sub>50</sub> =2450(2255:1856) мг/кг ЛД <sub>84</sub> =2420 мг/кг ЛД <sub>100</sub> =2700 мг/кг
2	1700	10	1	9	
3	2100	10	5	5	
4	2400	10	9	1	
5	2700	10	10	0	
6	Контроль	10	0	10	

Таблица 2

Влияние аскорбината никотинамида на рост и развитие крольчат (n=3)

№ гр.	Препараты	Привес крольчат, г		Привес, г M±m	Разница привеса по сравнению с контролем, % M±m	P
		Масса крольчат в исходном состоянии, г; M±m	Масса крольчат через 30 дней после дачи препаратов, г; M±m			
1	Аскорбинат никотинамида	1015± 49,0	1685 ±52,9	670±11,4	+17,6± 2,1	>0,01
2	Аскорбиновая кислота	994± 22,5	1615 ±57,8	598 ±42,4	+4,9± 1,4	<0,05
3	Контроль	980 ±105	1550± 56,9	570 ±16,2		

Таблица 3

Влияние аскорбината никотинамида на гематологические показатели у крольчат

Компоненты крови	Гематологические показатели		P
	Контроль	Опыт	
Эритроциты, млн	6,80±0,41	7,962±0,56	<0,05
Лейкоциты, тыс.	8,300± 0,91	9,47±1,55	<0,05
Гемоглобин, г%	11,57±1,94	11,76±2,1	<0,05
Общий белок, мг%	5,55±0,26	5,746±0,22	<0,05

### Заключение

Установлено, что максимально переносимая доза (ЛД<sub>0</sub>) аскорбината никотинамида для белых мышей составила 1550 мг/кг, ЛД<sub>16</sub> – 1835 мг/кг, среднелетальная доза (ЛД<sub>50</sub>) – 2450 (2254÷1864,5) мг/кг, ЛД<sub>84</sub> – 2425 мг/кг, а его абсолютно летальная доза для мышей (ЛД<sub>100</sub>) – 2800 мг/кг живой массы животных. При применении аскорбината никотинамида повышается привес крольчат по сравнению с показателями контрольной группы на 17,6 ± 2,1 %, а аскорбиновой кислоты – на 4,9 ± 1,4 %. Под его действием гематологические показатели кроликов не претерпели существенных изменений.

### Список литературы

1. Алиев А.А., Барей В., Бартко П. и др. Профилактика нарушений обмена веществ у сельскохозяйственных животных / А.А. Алиев, В. Барей, П. Бартко. – М.: Агропромиздат, 1986. – 208–270 с.
2. Hoekstra W. G. Biochemical function of selenium and its relation to vitamin E. Federation Proc., 34., 1975. s. 2083–2089.

3. Hoffmann, F-LaRoche: Vitamin Compendium. The properties, the vitamins and their importance in human and animal nutrition. Co. Lijfe,- Switzerland, 1201, 1976, s. 1–250.

4. Hosotani T., Kurimoto K., Mori T. The differences of the metabolism related to vitamin C. J. Nutr. Sci. Vitaminol, 25, 1979, p. 131–139.

5. Сарыбаева Б.Д., Пищугин Ф.В., Арзыбаев М.А., Исаев М.А. Аскорбинат никотинамида, стимулирующий рост и развитие молодняка животных // Патент Кыргызской Республики № 1863. 2016. Бюл. № 5 (205).

6. Першин Г.Н. Методы экспериментальной химиотерапии (Практическое руководство). – М.: Медицина. – 1971. – С. 524–537.

7. Кудрин А.Н., Пономарева Г.Т. Применение математики в экспериментальной и клинической медицине / А.Н. Кудрин, Г.Т. Пономарева. – М.: Медицина, 1967. – С. 126–146.

8. Кудрявцев А.А., Кудрявцева Л.А. Клиническая гематология животных / А.А. Кудрявцев, Л.А. Кудрявцева. – М.: Колос, 1979. – 65–193 с.

9. Шевченко И.Т., Богатов О.П., Хрипти Ф.П. Элементы математической статистики в медицине / И.Т. Шевченко, О.П. Богатов, Ф.П. Хрипти. – Киев.: Здоровье, 1970. – С. 49–56.

10. Шайкиева Н.Т., Ахматова Ж.Т., Арзыбаев М.А., Исаев М.А. Изучение острой токсичности и физиологической активности соединения Mn(HCOO)<sub>2</sub>\*2NH(CONH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>\*H<sub>2</sub>O / Н.Т. Шайкиева, Ж.Т. Ахматова, М.А. Арзыбаев, М.А. Исаев // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 11(53). – С. 23–25.

УДК 913:32

## ЭТНИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР В ПОСТСОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАНАХ ЕВРОПЫ

<sup>1</sup>Зиновьев А.С., <sup>2</sup>Туров Н.Л., <sup>2</sup>Катина О.В.

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, e-mail: a.zinovyev@spbu.ru;*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

Рубеж XX–XXI вв. ознаменовался значительными политико-географическими трансформациями в странах бывшего социалистического лагеря, вызвав, в том числе, и рост этнического самосознания. Несмотря на появление множества новых независимых государств, остается еще множество этнических сообществ, желающих изменить свой территориально-политический статус. В работе рассмотрены этнические меньшинства, проживающие в странах Центрально-Восточной Европы, и их роль в формировании региональных политических культур. Исследование охватывает девятнадцать стран региона. Предложена типология этнических меньшинств ЦВЕ: приграничные, диаспоральные, региональные субэтнические, рассеянные и разделенные. Проанализированы основные виды и формы участия этнических меньшинств региона в политическом процессе (требование культурной автономии, особенности избирательного поведения, наличие автономного статуса в структуре административно-территориального деления страны и ряд других предпочтений).

**Ключевые слова:** этнические меньшинства, региональная политическая культура, Центрально-Восточная Европа, постсоциалистические страны

## ETHNIC DIMENSION OF REGIONAL POLITICAL CULTURES IN POST-SOCIALIST COUNTRIES

<sup>1</sup>Zinovyev A.S., <sup>2</sup>Turov N.L., <sup>2</sup>Katina O.V.

<sup>1</sup>*Saint-Petersburg State University, e-mail: a.zinovyev@spbu.ru;*

<sup>2</sup>*Lomonosov Moscow State University*

The turn of the XX–XXI centuries was marked by significant political geographical transformations in the countries of the former socialist camp, which, in part, resulted in the growth of ethnic self-awareness. Despite the emergence of many new independent states there are still many ethnic communities wishing to change their territorial political status. The paper examines ethnic minorities living in the countries of Central-Eastern Europe and their role in the formation of regional political cultures. The study covers nineteen countries of the region. A typology of ethnic minorities of CEE is proposed: bordering, diasporal, regional subethnic, disperse and split. The main types and forms of region's ethnic minorities' participation in the political process are analyzed (the requirement of cultural autonomy, the features of voting behavior, the existence of an autonomous status in the structure of the administrative territorial division of the country and a number of other preferences).

**Keywords:** ethnic minorities, regional political culture, Central-Eastern Europe, post-socialist countries

Распад мировой социалистической системы привел к появлению на политической карте мира более двух десятков новых независимых государств, в которых мгновенно запустились процессы глубоких системных преобразований, порой приводившие к дальнейшей фрагментации постсоциалистического пространства.

Одной из ключевых сфер трансформации стала политика. Политический процесс вне идеологических догм коммунизма стал своего рода инновацией для стран, находившихся десятки лет в рамках однопартийной политической системы. Под политическим нововведением подразумевается процесс трансформации традиционной политической культуры территориальной общности. К числу важнейших свойств политической культуры относят территориальность (пространственную неоднородность), хронологичность (подверженность изменениям во времени) и этничность [1]. Этническое разнообразие современных государств в Цен-

трально-Восточной Европе (ЦВЕ) есть результат длительных и многочисленных исторических метаморфоз и процессов. Создание, трансформация и развал государств сопровождалось массовыми переселениями и этно-конфессиональными расколами. Современные границы стран ЦВЕ сформировались не только по итогам двух мировых войн, но и вследствие распада социалистического лагеря. Таким образом, сегодня страны ЦВЕ отличаются повышенной этнической мозаичностью (в 19 странах региона проживает около 100 этнических меньшинств с общей численностью 24,6 млн чел. [9]).

В большинстве исследований отмечается существование национальной, т.е. общестрановой, политической культуры [2, 4, 5, 8]. Приписывание определенного типа политической культуры всем гражданам государства подразумевает, что члены общества имеют общие взгляды и ценности. Однако учет этнической идентификации представляется

нам более актуальным и является альтернативным общегосударственной принадлежности, и наиболее вероятным источником системных изменений в политической культуре страны.

Уровень согласия по основным политическим ценностям со стороны представителей разных этнических групп в многонациональных обществах может иметь решающее значение для функционирования государственных институтов, особенно в условиях постсоциалистического транзита.

Целью работы является анализ этнической составляющей развития региональных политических культур в постсоциалистических странах Европы. Пространственный охват исследования – девятнадцать стран ЦВЕ (11 стран, вошедших в Европейский Союз в 2004–2013 гг., 5 бывших югославских республик – Сербия, Черногория, Босния и Герцеговина, Албания, Македония и 3 постсоветских государства – Украина, Беларусь, Молдова).

#### **Этнические меньшинства стран ЦВЕ и их участие в политическом процессе**

Основными субъектами самоопределения становятся этнические группы, не имеющие собственной государственности, но желающие ее обрести, либо стремящиеся лишь к культурной автономии, или же осколки нации, желающие вернуться в состав материнского государства. В первом случае формируются автономистские движения, целью которых является повышение статуса конкретного территориального сообщества. Во втором же случае можно говорить об ирредентистских движениях [6].

В мононациональных государствах вероятность проявления конфликта ниже, чем в многонациональных. Очевидно, что в странах с более сложным национальным составом, больше вероятность этноконфликтов, вплоть до обособления определенного сообщества в самостоятельную территориально-политическую систему. Так, наибольшим конфликтным потенциалом с учетом этнического фактора среди государств ЦВЕ, обладают Черногория и Босния и Герцеговина, а наименьшим – Польша и Албания. Но в современной Европе де-факто не существует государств без этнических меньшинств, отстаивающих свои интересы. Однако необходимо также учесть, что на потребность в самоопределении влияет и множество других факторов, в частности, эндогенные (экономический, институциональный и др.) и экзогенные (поддержка внешними акторами).

Основным формализованным способом проявления идентичности является самоот-

несение к определенной этнической группе, фиксируемое переписью населения. В большинстве постсоциалистических стран (в отличие от стран Западной Европы) ведется учет этнического состава страны. Тем не менее, данные переписи населения имеют значительную погрешность. Результаты переписи зависят от методов проведения (например, в Польше возможно указывать двойную принадлежность), уровня доступа к переписи населения и желания индивидов проявлять свою идентичность. Среди последних трендов переписей населения в ЦВЕ можно отметить как рост поддержки новых этнических групп, так и указывание в графе “национальность” значения «прочие», что может говорить об ассимиляции этой группы. Другими учетными формами выражения этнической принадлежности является голосование на выборах за партии, представляющие интересы этнических групп, а в некоторых случаях и число владеющих языком.

Все этнические сообщества ЦВЕ можно подразделить на следующие типы:

- приграничные национальные меньшинства – меньшинства, проживающие на границе “материнского государства” (большинство сообществ региона). Такие сообщества чаще всего осознают свою сопричастность с родиной и, в случае каких либо притеснений, будут пытаться с ней воссоединиться вместе с территорией проживания (ирредентизм) или без (репатриация);
- диаспоральные национальные меньшинства. В данном случае этнические группы не имеют единой границы с «материнским» государством. Такие сообщества оказались вдали от исторической родины из-за трудовых миграций (вьетнамцы в Чехии), или же в результате развала империй (турки в Македонии и Румынии, грузины, азербайджанцы в Украине и т.д.);
- региональные субэтнические меньшинства (помаки, кашубы, гагаузы). Сообщества, для которых данное государство является исконной территорией проживания, но в данном государственном образовании они проиграли борьбу за право быть государствообразующей нацией;
- рассеянные нации (аромуны, евреи, цыгане). В результате исторических пертурбаций они оказались разбросаны по множеству стран региона;
- разделенные этносы без собственной государственности (трансграничный индентизм). К этому типу относятся этнические сообщества, которые разбросаны по территории соседних стран, и у которых отсутствует «материнское» государство. В таких случаях разделенные сообщества

стремятся к обособлению в составе своих государств с дальнейшим объединением в единое (горанцы, русины, сету, силезцы).

Немаловажным фактором для самоопределения является компактное расселение сообщества и доля этноса в общем населении страны. Наибольшую долю в странах исследуемого региона занимают албанцы в Македонии и Сербии (24,5% и 18,5%), русские в Латвии и Эстонии (28,8% и 26%), сербы в Черногории (28,2%). Таким образом, этническое сообщество может консолидированно выдвигать свои требования, влиять на электоральные процессы и претендовать на сецессию. В подобных случаях на этих территориях на этническом субстрате формируются специфические самобытные региональные политические культуры. Это имеет различное выражение в политическом процессе:

- требования культурной автономии (топонимика, обучение и документооборот на родном языке и т.д.);
- особенности избирательного поведения (повышенная/пониженная явка и/или поддержка определенных политических сил);
- наличие автономии в административно-территориальном устройстве по этническому (Гагаузия, Республика Сербская), территориальному (Приднестровская Молдавская республика, Истрия), а чаще смешанному принципу (Воеводина, Силезия, Моравия);
- другие предпочтения (особый статус языка, квотирование мест в представительных органах власти, как в Боснии и Герцеговине, Румынии, Сербии и Хорватии).

Важными факторами политического процесса, действующими от лица этнических меньшинств в странах ЦВЕ, являются общественно-политические движения и партии, некоторые из них имеют своих представителей в национальных парламентах («Избирательная акция поляков в Литве» или «Демократический союз венгров Румынии»). Многие из них были образованы еще в XX в., но наибольшей активности они достигли в XXI в. Такая активизация связана с ответной реакцией на усиление глобализации и интеграционных процессов в Европе, увеличением числа этнорегиональных конфликтов в мире (цепная реакция) и появлением целого ряда успешных примеров появления новых государств в результате сецессии. Подобные партии зачастую встраиваются и в ряд традиционных социально-политических расколов (центр-периферия, универсализм-уникализм, различное отношение к коммунистическому прошлому). Дифференцируют три типа

политического участия этнорегиональных партий в органах законодательной и исполнительной власти: а) выступают в качестве блока в правительственных коалициях (истрийские партии в Хорватии); б) выступают в оппозиции существующему парламентскому блоку; в) выступают как сильный игрок в местных органах власти [3]. Новеллой последних лет стало появление этнорегиональных общественных движений, представляющих интересы не только «исконных» для той или иной страны этнических сообществ (автохтонного населения), но и алохтонного населения (сообщество появилось на этой территории в результате миграций). Такой тренд характерен для стран с более высоким уровнем социально-экономического развития (преимущественно страны Западной Европы), но постепенно появляются общественно-политические структуры таких сообществ и в некоторых постсоциалистических странах (Чехия). Пока они не пользуются широкой поддержкой (дисперсное проживание и отсутствие права волеизъявления на выборах), но потенциально могут стать серьезной политической силой в ЦВЕ [7].

### Выводы

Стремительная политическая и экономическая трансформация в постсоциалистических странах спровоцировала в том числе и рост этнического самосознания. Несмотря на то, что многие исходные линии этнических разломов уступили место границам новых независимых государств, в регионе ЦВЕ остается еще множество этнических сообществ, желающих изменить свой территориально-политический статус.

Форма проявления и конечные цели устремлений этнических меньшинств зависят от наличия «материнского» государства и географического положения относительно него (приграничное размещение рядом с прародиной зачастую может служить основанием для ирредентистских настроений), от типа расселения (сконцентрированный в пространстве политический интерес при компактном расселении подразумевает более высокий уровень требований и активности) и др.

Основными проводниками интересов этнических меньшинств стран ЦВЕ становятся общественно-политические движения и партии, по-разному участвующие в политическом процессе от культурных инициатив до участия в избирательном процессе.

*Публикация подготовлена в рамках под-держанного РФФИ (Отделение гуманитарных и общественных наук) научного проекта №17-37-01009.*

## Список литературы

1. Журавлев А.Н. Диффузия политических нововведений как пространственный процесс: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – СПб., 1993.
2. Мейер Г. Германия – одно государство, две политические культуры // Вестн. МГУ. Сер. 12: социально-политические исследования. – 1994. – № 4. – С. 6–9.
3. Между сепаратизмом и автономией. Региональные и этнические партии в европейской политике / Отв. ред. Швейцер В.Я. – М.: Ин-т Европы РАН, 2006. – 197 с.
4. Осипова Е.В. Социология политической культуры Великобритании // Социологические исследования. – 1992. – № 4. – С. 97–105.
5. Политические системы и политические культуры : Сборник учебных материалов / МГИМО(У) МИД России. М.: МГИМО-Университет, 2008. – 424 с.
6. Попов Ф.А. Политико-географический подход к исследованию сепаратизма. Вестник Московского государственного университета. Серия 5: География – 2009. – № 1. – С. 45–52.
7. Семенов И.С. Метаморфозы европейской идентичности // Полис. – 2008. – № 3. – С. 80–96.
8. Тульчинский Г.Л. Российская политическая культура: особенности и перспективы. – СПб.: Алетея, 2015. – 176 с.
9. Открытая база данных по этническим группам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://joshuaproject.net/> (дата обращения: 01.10.17).

УДК 631.1:332.334.4:[502+712](470.40)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПЕНЗЕНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНОГО ПОДХОДА

Чурсин А.И., Коломейчук С.О.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза,  
e-mail: ktkbr1322@yandex.ru

В РФ особое значение на современном этапе экономических преобразований практически во всех сферах экономики приобретают вопросы государственного регулирования земельных отношений. Это обусловлено тем, что земля перестала быть только средством производства и основой осуществления хозяйственной и иной деятельности, а одновременно стала недвижимым имуществом, объектом права собственности и иных прав на землю, объектом рыночного оборота. Пензенский район играет значительную роль в благосостоянии Пензенской области, являясь производителем молочной, мясной, овощной и зерновой продукции. В ходе семинара-совещания, прошедшего 2 февраля 2017 года, были подведены итоги работы отрасли растениеводства и животноводства в 2016 году, поставлены планы и задачи на текущий год. Пензенский район является перспективной площадкой для возделывания сельскохозяйственных территорий и последующего сбора урожая. Территориальное устройство сельскохозяйственных предприятий на ландшафтно-экологической основе призвано сгруппировать естественные резервы территории на повышение производительности угодий, на ведение экономически эффективного, экологически равновесного состояния в природной среде. Совмещение всех методик эколого-ландшафтного земледелия обеспечит сохранение и реконструкцию агроландшафтов, а совместное решение проблем поможет решить не только проблемы, относящиеся к охране, но и восстановлению объектов сельскохозяйственного производства. Перспективы использования сельскохозяйственных земель заключаются в применении комплекса работ, направленных на рациональное и эффективное использование земель сельскохозяйственного назначения, процесс ввода в сельскохозяйственные организации эколого-ландшафтной системы земледелия, что позволит более рационально использовать сельскохозяйственные территории Пензенского района Пензенской области.

**Ключевые слова:** Пензенский район, сельскохозяйственные территории, перспективы использования, рациональное использование, эколого-ландшафтный подход

## PERSPECTIVES OF THE USE OF AGRICULTURAL TERRITORIES OF THE PENZENSK DISTRICT OF THE PENZEN REGION ON THE BASIS OF THE ECOLOGICAL-LANDSCAPE APPROACH

Chursin A.I., Kolomeichuk S.O.

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: ktkbr1322@yandex.ru*

In Russia, special importance at the present stage of economic transformations in almost all spheres of the economy, issues of state regulation of land relations. This is because the land has ceased to be only a means of production and through the implementation of economic and other activities, and at the same time became immovable property, property rights and other rights to the land, the subject of market turnover. Penza region plays a significant role in the welfare of the Penza region, as a manufacturer of dairy, meat, vegetable and grain products. In the course of the seminar-meeting held 2 February 2017, summed up the work of crop and livestock production in 2016, set plans and objectives for the current year. Penza region is a promising site for the cultivation of agricultural areas and subsequent harvest. Territorial structure of agricultural enterprises on the landscape-ecological basis, is designed to group the natural reserves of the territory to increase the productivity of the land, to conduct cost-effective, ecologically equilibrium in the natural environment. The combination of all methods of ecological-landscape farming will provide Sobranie and reconstruction of agricultural landscapes, and joint problem-solving will help to solve not only problems related to the protection and restoration of objects of agricultural production. Prospects of use of agricultural land lies in the application of a complex of works aimed at rational and efficient use of agricultural land, the process of entering in the agricultural organization of the ecological-landscape system of agriculture that will allow more efficient use of agricultural territory of the Penza district, Penza region.

**Keywords:** Penza region, agricultural territories, use prospects, rational use, ecological-landscape approach

Актуальность исследования: учитывая, что земли сельскохозяйственного назначения муниципальных районов находятся в неблагоприятном состоянии, планирование их использования и анализ производится крайне редко, что ухудшает экономическую обстановку района и снижает эффективность управления. Эколого-ландшафтный подход, использованный в данной работе, является современным действенным мето-

дом при прогнозировании использования земель сельскохозяйственного назначения для оценки земельно-ресурсного потенциала района.

Цель работы заключается в совершенствовании теоретических положений и научно обоснованных мероприятий по планированию использования земель сельскохозяйственного назначения Пензенского района Пензенской области на основе

эколого-ландшафтного подхода для эффективного управления районом.

Одной из важнейших задач государства и её государственной политики является не только развитие, но и благоустройство сельских населенных пунктов. Правительство РФ утвердило основную Концепцию развития устойчивого плана сельских территорий в период до 2020 года. Целями данной государственной политики в области развития сельского хозяйства на период до 2020 г. являются рост и укрепление сельской экономики, повышение продуктивности и эффективности с/х и вклада сел в экономику страны и благосостояние российского государства за счет занятости в сельском хозяйстве, повышения уровня и качества жизни населения в сельской местности, а также приближение села к благоустроенным городским жизнеобеспеченным стандартам; уменьшение процесса депопуляции, стабилизация численности сельского населения и увеличение ожидаемой продолжительности жизни; сокращение внутрорегиональной и межрегиональной дифференциации в качестве жизни и уровне сельского населения; рационализация использования всех ресурсов и сохранение благополучной природной среды; приумножение, развитие и сохранение культурного, бытового потенциала [1].

Цель планирования и использования сельскохозяйственных территорий может быть достигнута путем решения поставленных задач: устройство территориальной организации использования земель с/х назначения и их охраны, охране земельных ресурсов и их воспроизводстве, организации земельных отношений, совершенствование в сфере сельскохозяйственного землепользования, повышении эффективности использования земельных ресурсов в области сельскохозяйственного назначения и их продуктивности и воспроизводства [2].

Методы планирования и их особенности в использовании земель на современном этапе заключаются в более глубоком учёте конкуренции аграрных товаропроизводителей, создании многообразия форм собственности и прав пользования на землю и возросшей ответственности органов власти, а также руководства сельскохозяйственных предприятий за результаты принимаемых действий.

В РФ особое значение на новом этапе экономических преобразований практически во всех сферах развивающейся экономики приобретают вопросы государственного регулирования и планирования земельных отношений. Это обусловлено тем, что земля перестает быть только средством про-

изводства и основой осуществления хозяйственной и иных видов деятельности, а одновременно становится недвижимым имуществом, а также объектом права собственности и иных прав на землю, объектом торговли и рыночного оборота [3].

Сельские территории являются важной подсистемой территориальной организации общества. Сельские территории объединяют различные составляющие: природные, социальные, производственно-хозяйственные, политические, которые регулируются территориальными общинами, органами местного самоуправления и государственной власти, бизнеса и общественности. Реализация мер экономического стимулирования предусматривает предоставление дотаций и компенсаций тем землевладельцам, которые осуществляют землеохранные мероприятия; предоставление им налоговых льгот; освобождение от платы за землю; предоставление льготных кредитов на приобретение техники для обработки почвы и других работ. Экономическое стимулирование применяется к тем субъектам хозяйствования, которые проявили себя с положительной стороны в сфере пользования сельскохозяйственной землей. Перечисленные меры осуществляются органами государственной власти с целью интереса субъектов хозяйствования в организации их деятельности таким образом, чтобы постоянно улучшать состояние земель. Если экономическое стимулирование является мерой воздействия положительного характера, то привлечение к ответственности является негативным мероприятием организационно-правового обеспечения рационального использования земель с/х назначения [4].

В агроландшафте экологически равновесно сочетаются ПАШНЯ–ЛЕС–ЛУГ–ВОДА и другие компоненты агросреды [5].

В Российской Федерации наука о сельскохозяйственных ландшафтах развивается на основе учений В.В. Докучаева о «Системном подходе» в разработке рационального землепользования и учения В.И. Вернадского о биосфере.

Ландшафтное земледелие, в целом обеспечивающее условия для экологически безопасного и экономически целесообразного использования ресурсов под влиянием человеческой деятельности, возникло в осознании необходимости реконструкции и совершенствования систем земледелия на эколого-ландшафтной основе. В ландшафтных системах земледелия должны гармонично сочетаться все отрасли сельского, лесного и водного хозяйства.

На современном развитии и тем более в будущем проблема рационального



Судя по графику (рис. 2), можно сделать вывод, что район является перспективным, т.к. последние 5 лет численность населения растет путем привлечения работодателями работников в различные сферы, а в частности, в сферу сельского хозяйства.

спективного развития сельскохозяйственных территорий Пензенского района Пензенской области.

Сельскохозяйственные угодья – пашни, сенокосы, пастбища, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями, – в со-

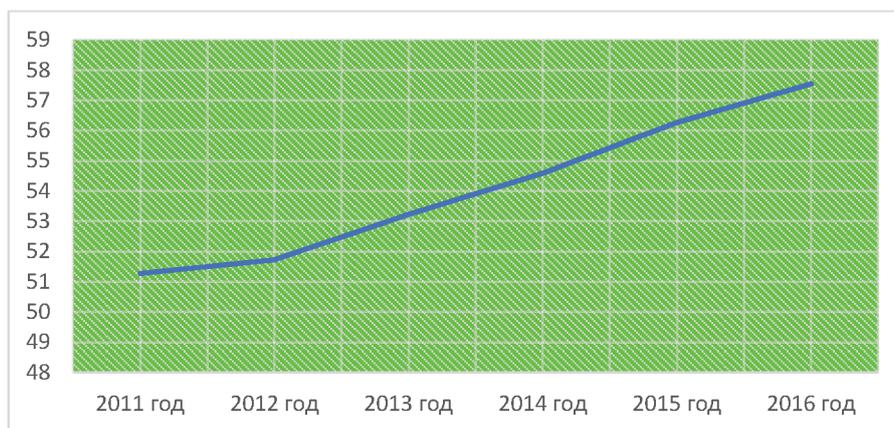


Рис. 2. Рост численности населения Пензенского района

На территории Пензенского района было внедрено несколько проектов эколого-ландшафтного земледелия, но только на проектном уровне. Что касается выноса проекта в натуре, то это оказалось очень дорого и не по бюджету тем организациям. В настоящее время проекты эколого-ландшафтного землеустройства очень актуальны в связи с уменьшением плодородия, неиспользованными, заброшенными участками пашни. Но в связи с тем, что появилось множество форм собственности и основная масса пашни перешла в частную, собственники не способны заказать и вынести проект в натуре без материальной помощи государства.

Проанализировав данные по Пензенскому району, было выявлено, что данный район играет значительную роль в благосостоянии Пензенской области, являясь производителем молочной, мясной, овощной и зерновой продукции. Немаловажным фактором является то, что с/х предприятия не только выполняют план, но и перевыполняют его, что является показателем рационального использования земель.

Показатели урожайности указывают на то, что в 2016 году возросло внимание к сельскому хозяйству органов власти на всех уровнях управления и повысилось их обязательство за решение актуальных вопросов развития сельскохозяйственного производства, что является основой пер-

става земель сельскохозяйственного назначения имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране.

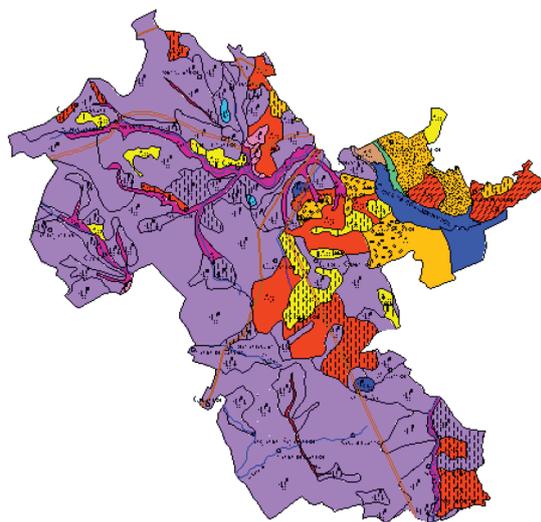


Рис. 3. Почвы Пензенского района Пензенской области

Почва Пензенского района образовывалась в результате воздействия на поверхностные слои литосферы воды, воздуха и живых организмов. Почва обладает плодородием, является основным средством производства

в сельском хозяйстве. Пензенский район расположен на территории лесостепи (рис. 3).

На примере Пензенского района Пензенской области проведено зонирование территории на основе результатов классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве.

Используя откорректированный планово-картографический материал, проведена инвентаризация земель сельскохозяйственного назначения во всех сельскохозяйственных организациях Пензенского района: ЗАО «Константиново», СПК «Широкополье», ЗАО «Петровский хлеб», ООО «Спектр», ООО «Меркурий», Кондольский филиал ООО «Пенза Золотая Нива», ООО «Областной производственный комбинат», ООО «Агроцентр», ООО «АгроПлатинум», СПК «Краснополье», крестьянско-фермерские хозяйства, садовые товарищества.

В процессе инвентаризации установлена видовая и хозяйственная принадлежность угодий, их культуртехническое состояние, характеристика мелиорированных земель, производственных центров и качественное состояние угодий (степень зарастания, заболачивания, эрозионной опасности).

Используемый для автоматизации расчетов программный комплекс «Расчеты показателей зонирования земель сельскохозяйственного назначения на основе их классификации по пригодности для использования в сельском хозяйстве» позволяет сформировать шкалы классификации земель и провести их классификацию с учетом двух-трех десятков различных характеристик почв, включая негативные свойства.

На основе анализа результатов расчетов проведено распределение площади сельскохозяйственных организаций района по зонам в зависимости от их ценности.

Из таблицы следует, что самые большие площади сельскохозяйственных угодий приходятся на первую (34,3 %) и вторую зоны (44,8 %).

Зона «малопродуктивных» земель отсутствует в представленном районе.

В результате расчетов зернового эквивалента и среднерайонного уровня зернового эквивалента (30,6 единиц) сформировались три территориальные зоны, по которым представлены предложения по перспективному использованию.

Первая зона – «особо ценные» – сельскохозяйственные угодья представлены небольшими массивами серых, светло-серых и темно-серых лесных почв с содержанием гумуса в пахотном горизонте около 2,7%, тяжелого гранулометрического состава. Но большая часть угодий представляет собой черноземы выщелоченные, черноземы типичные. Почвы, согласно вышеуказанной классификации, отнесены ко второму и третьему классам со значением зернового эквивалента 38,0–42,0 ц/га. Это лучшее по плодородию почвы района. В качестве перспективного использования для сельскохозяйственного производства в данной зоне возможно размещение любых сельскохозяйственных угодий.

Первая зона, указанная в таблице выше, на чертеже занимает третье место и является наиболее выгодной площадкой для выращивания сельскохозяйственных культур, так как в основном представлена черноземами выщелоченными, которые по своим характеристикам являются наиболее плодородными. Содержание гумуса в данных почвах колеблется и меняется с глубиной залегания. Максимальное значение может доходить до 3,82. Значительная часть выщелоченных черноземов принадлежит к многогумусным черноземам, но на данной территории Пензенского района преобладают среднегумусные со среднемощным гумусным горизонтом, с небольшими массивами малогумусных среднемощных черноземов.

Вторая зона – «средние и выше среднего» – зона района, в которую вошли аллювиальные дерновые, серые, светло-серые,

**Таблица 1**

Распределение сельскохозяйственных землепользований Пензенского района по зонам

Зоны	Площадь сельскохозяйственных организаций		Значение зернового эквивалента, ц/га
	га	%	
1 – «особо ценные» (III)	96 856, 34	34,3	38,0 – 42,0
2 – «средние и выше среднего» (I)	126 506, 24	44,8	22,0 – 38,0
3 – «ниже среднего» (II)	60 711, 7	21,5	22,0 – 38,0
4 – «малопродуктивные»	–	–	менее 10,0
Итого:	282 380	100	

темно-серые лесные почвы, отнесенные к четвертому и пятому классам со значением зернового эквивалента 22,0–38,0 ц/га. Они характеризуются небольшой гумусированностью по сравнению с выщелоченными черноземами этого региона. По механическому составу почв преобладают глинистые, тяжело- и среднесуглинистые. Мощность пахотного слоя с содержанием гумуса 1,5–2,5 % – 25 см.

Вторая зона по таблице является первой на чертеже. Занимает она второе место по причине больших участков с аллювиальными дерновыми почвами, которые по рельефу залегания бывают в поймах рек, также на данном участке присутствуют смытые и намывные почвы оврагов и балок. Данные почвы склонны к затоплению, характеризуются отсутствием признаков оглеения, слоистостью и частой неразвитостью почвенных горизонтов.

В данной сельскохозяйственной зоне присутствуют серые, светло-серые и темно-серые лесные почвы, а также, как и в предыдущей зоне, некоторую часть занимают выщелоченные черноземы. У данной зоны средние показатели, но если предпринять меры по улучшению качества сельскохозяйственных угодий, то в скором времени данный участок Пензенского района станет перспективным.

Третья зона – «ниже среднего» – сельскохозяйственные угодья представлены почвами, относящиеся к шестому и седь-

мому классам со значением зернового эквивалента 22,0–38,0 ц/га. При сельскохозяйственном использовании пригодны под размещение развитие всевозможных форм хозяйствования, развитие хозяйств по переработке с/х продукции. Предоставляются под строительство прудов, организацию мини-заказников и лесовосстановление.

Третьей зоне присвоено название «ниже среднего». Большой частью виной этого является непосредственное прилегание к объекту «Леонидовка», в котором в сентябре 2015 года процесс уничтожения химического оружия был закончен, но нужно еще долгое время, чтобы очистить почву, воздух и воду от продуктов авиационных химических боеприпасов, а в частности, фосфорорганических отравляющих веществ, что составляет 17% от общего запаса химического оружия России.

Как утверждают средства массовой информации, нужно 5 лет, чтобы привести объект «Леонидовка» в полностью безопасный для дальнейшей деятельности режим, но для почвы необходимы столетия для восстановления плодородного слоя.

Все предложения по улучшению условий эксплуатации данных сельскохозяйственных зон представлены в табл. 2.

Зонирование сельскохозяйственных территорий должно значительно оптимизировать использование данных земель Пензенского района Пензенской области.

Таблица 2

Зоны пригодности сельскохозяйственных земель на основе эколого-ландшафтного подхода

Зоны	Площадь, Га	Показатели эколого-ландшафтного подхода				Предложения по улучшению
		почвы	рельеф	экология	природно-климатические показатели	
I	126506, 24	+	-	+	+	Закрепление овражно-балочной сети, регулирование поверхностного стока, развитие хозяйств по переработке с/х продукции. Орошение, окультуривание, создание оптимального профиля почвы, противоэрозионные мероприятия, нормированный выпас, восстановление естественных биоценозов, окультуривание пахотных земель
II	60 711, 7	-	+	-	+	Консервация малопродуктивных земель, минимальное использование пашни, лесоразведение, выборочное регулирование поверхностного стока, развитие всевозможных форм хозяйствования, развитие хозяйств по переработке с/х продукции. Восстановление естественных биоценозов
III	96 856, 34	+	+	+	+	Воспроизводство почвенного плодородия, создание оптимального профиля почвы, противоэрозионные мероприятия, культуротехнические мероприятия, формирование оптимального пахотного слоя, нормирование выпаса, восстановление естественных биоценозов

Размещение выделенных территориальных зон представлено на рис. 4.

Проведенная группировка распределения площадей сельскохозяйственных угодий (рис. 4), пашни и кормовых угодий по выделенным территориальным зонам свидетельствует о том, что лишь 44,8% сельскохозяйственных угодий размещаются на наиболее плодородных почвах, включенных в состав I(III) территориальной зоны, что говорит о несоответствии размещения сельскохозяйственных угодий качественно-состоянию земель и их пригодности.

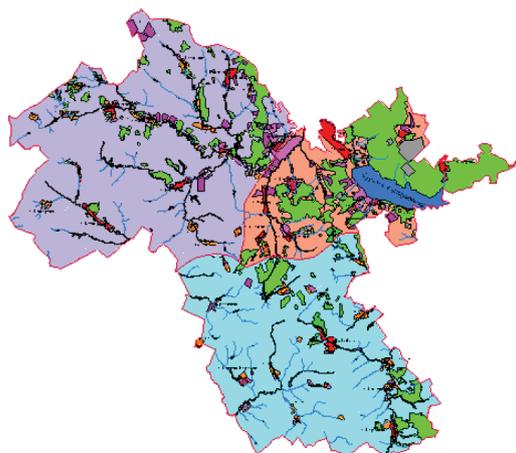


Рис. 4. Зонирование земель сельскохозяйственного назначения Пензенского района Пензенской области

Приведена диаграмма процентного распределения сельскохозяйственных зон по району (рис. 5).

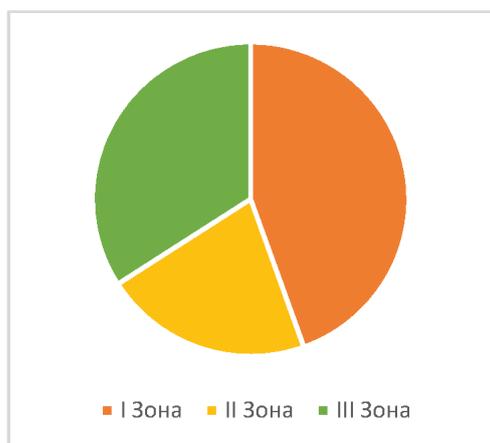


Рис. 5. Процентное соотношение зон сельских советов

В мероприятия по планированию использования земель сельскохозяйственного назначения Пензенского района Пензенской области на основе эколого-ландшафтного подхода входит наиболее полная реализация функций по планированию использования земель сельскохозяйственного назначения в системе управления земельными ресурсами страны, обеспечивается подготовкой и осуществлением предпроектной землеустроительной документации, к которой относится схема землеустройства.

Изучение зарубежного и отечественного опыта планирования использования земель сельскохозяйственного назначения на эколого-ландшафтной основе, сложившихся императивов социально-экономического развития и сельскохозяйственного землепользования, а также действующей законодательной практики в сфере землеустройства и территориальному планированию позволили уточнить цели, задачи, принципы и методы планирования использования земель сельскохозяйственного назначения на основе эколого-ландшафтного подхода, а также дать предложения по определению сельскохозяйственных зон на территории Пензенского района Пензенской области.

Разработанные в ходе исследования положения планирования использования земель сельскохозяйственного назначения Пензенского района Пензенской области на основе эколого-ландшафтного подхода предусматривают необходимость его проведения в отношении земель сельскохозяйственного назначения. На основе проведенных теоретических исследований почвенного покрова, анализа классификации агроландшафтов были предложены мероприятия по усовершенствованию использования сельскохозяйственных земель Пензенского района Пензенской области, а в частности, зонировании земель сельскохозяйственного назначения на основе эколого-ландшафтного подхода.

При разработке основных положений планирования использования земель сельскохозяйственного назначения Пензенского района Пензенской области были предложены следующие мероприятия: закрепление овражно-балочной сети, регулирование поверхностного стока, орошение, окультуривание, создание оптимального профиля почвы, противозерозионные мероприятия, восстановление естественных биоценозов. На некоторых участках района была предложена консервация малопродуктивных земель, минимальное использование пашни, развитие различных форм хозяйствования, развитие хозяйств по переработке сельскохозяйственной продукции.

### Основные выводы и предложения

1. Проанализировав теоретические положения по планированию использования земель сельскохозяйственного назначения, было выявлено, что в большинстве сельских районов страны сложилась тревожная экологическая ситуация, чему способствовали природно-ресурсная направленность развития экономики, ее низкий технологический уровень. Основными задачами экологической политики являются экологическая реабилитация сельских территорий (ликвидация накопленных ущербов) и экологизация основных сфер сельской экономики.

2. Были проанализированы работы в сфере сельскохозяйственных ландшафтов на основе учения В.В. Докучаева о «системном подходе» в разработке рационального землепользования и учения В.И. Вернадского о биосфере. И анализ данных учений показал, что главные принципы оптимизации природопользования в лесостепных ландшафтах, разработанные В.В. Докучаевым, актуальны и в настоящее время.

3. При анализе территорий Пензенского района Пензенской области было выявлено, что район является перспективным. Этому способствует его выгодное положение относительно городских округов Пенза и Заречный, также удобное транспортно-географическое положение позволяют привлекать трудовые ресурсы из г. Пензы, развивать производственную кооперацию.

4. Проведена работа над анализом природных условий и почвенных характеристик. Почва обладает плодородием, является основным средством производства в сельском хозяйстве. Площади, занимаемые основными группами почв, неравновелики. Главное место принадлежит черноземам, далее следуют серые лесные почвы, также лугово-черноземные, черноземно-луговые и луговые.

5. На примере Пензенского района Пензенской области проведено зонирование территории на эколого-ландшафтной основе и результатах классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве. В связи с этим было проведено разделение на 3 сельскохозяйственные зоны:

«особо ценные» (III), «средние и выше среднего» (I), «ниже среднего» (II).

6. В результате сельскохозяйственного зонирования были предложены мероприятия по улучшению данных территорий.

7. Выявлено, что сельскохозяйственные типы ландшафтов обусловлены различиями в хозяйственном использовании земли. К ним относятся следующие типы агроландшафтов: полевой, садовый, смешанный садово-полевой, лугово-пастбищный, ландшафты с измененной литогенной основой, орошаемые и осушенные ландшафты. Рассматриваемые сельскохозяйственные угодья Пензенского района Пензенской области относятся к полевому, лугово-пастбищному, орошаемым и осушенным ландшафтам.

### Список литературы

1. Распоряжение правительства Российской Федерации от 30.11.2010 № 2136-р «О концепции устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 г.» / Правовая система «Консультант Плюс» [М.], 2010. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_107793/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107793/) (дата обращения 25.02.2017)
2. Администрация Пензенского района / Раздел «Сельское хозяйство» [Электронный ресурс] // 2016 – URL: <http://penz.pnzreg.ru/economic/agricult> (дата обращения 27.03.2017)
3. Антропов Д.В., Михалева А.С. Современные подходы к планированию использования земель (территорий) городов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 10 (129). – С. 59–67.
4. Вдовенко А.В. Использование эколого-ландшафтного подхода при планировании устойчивого развития сельских поселений // Вестник ТОГУ. – 2011. – № 4 (23). – С. 111–120.
5. Чурсин А.И., Денисова Е.С. Методы исследования в ландшафтно-экологическом землеустройстве // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1–3. – С. 652–655.
6. Чурсин А.И. Агроэкологическая оценка земель в системе рационального природопользования: монография / А.И. Чурсин, Н.А. Крюкова – Пенза: ПГУАС, 2016. – 196 с.
7. Иванов Н.И. Планирование рационального использования земель сельскохозяйственного назначения и их охраны в субъектах Российской Федерации (на примере Центрального федерального округа): Монография / Н.И. Иванов. – Москва: ГУЗ, 2014. – 346 с.
8. О ходе реализации приоритетных национальных проектов (декабрь 2010 г.) / Аппарат фракции «Единая Россия» [М.], 2010. URL: <http://pandia.ru/text/78/589/1930.php> (дата обращения 23.05.2017)
9. Чурсин А.И., Сафронова Н.Ю. Мониторинг использования сельскохозяйственных земель в земельном фонде Пензенской области // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2011. – № 3 (75). – С. 86–93.

УДК 631.52:633.11(571.52)

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЫДЕЛИВШИХСЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ ТУВА

Донгак М.М.

*ФГБНУ «Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Кызыл,  
e-mail: tuv\_niish@mail.ru*

Представлены результаты испытания в условиях резко континентального климата Республики Тыва выделенных перспективных селекционных линий мягкой яровой пшеницы из коллекции ВИР и селекции СиБНИИРС. Исследования проводились в период 2014–2016 гг. на опытном участке Тувинского научно-исследовательского института сельского хозяйства согласно Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Метеоусловия 3 лет исследований значительно различались по количеству выпавших осадков и по сумме температур. В результате проведенного сортоиспытания из 21 селекционной линии были выделены 6 линий, характеризующихся устойчивостью к засухе, хорошим потенциалом урожайности и скороспелостью. Установлено, что выраженность основных хозяйственных признаков, закладываемых в фазы налива и созревания зерна, у изучаемых селекционных линий зависела от генотипа и условий внешней среды. При определении взаимосвязи уровня влагообеспеченности в разные периоды вегетации культуры и основными показателями продуктивности яровой пшеницы установлена высокая положительная корреляция между количеством осадков в мае и средняя положительная связь между количеством осадков в июне с такими параметрами, как продуктивность, вес зерна в колосе, количество зерен в колосе, масса 1000 зерен, длина стебля. В периоды "посев – всходы", "всходы – кущение", "кущение – колошение" исследуемых селекционных линий мягкой яровой пшеницы между теплообеспеченностью и основными параметрами продуктивности установлены отличающиеся по направленности связи. Выделившиеся в результате сортоиспытания селекционные линии мягкой яровой пшеницы обладают рядом хозяйственно-ценных признаков и представляют особый интерес для дальнейшего их включения в селекционный процесс, как источник высокой урожайности и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам.

**Ключевые слова:** селекционные линии, вегетационный период, продуктивность, масса 1000 зерен, количество зерен в колосе, теплообеспеченность, влагообеспеченность, взаимосвязь

## INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON EFFICIENCY OF THE ALLOCATED SELECTION LINES OF A SOFT SPRING WHEAT IN REPUBLIC TUVA

Dongak M.M.

*Tuvinian Scientific Research institute of Agriculture, Kyzyl, e-mail: tuv\_niish@mail.ru*

Results of test in conditions of a sharp – continental climate of Republic Tuva of the allocated perspective selection lines of a soft spring wheat of collection RICP and are submitted to selection SSRICP. Researches were carried out during 2014–2016 on a skilled site of the Tuva scientific research institute of agriculture according to the Technique State variety testing agricultural crops. Conditions 3 years of researches considerably differed by quantity of the dropped out deposits and on the sum of temperatures. As a result of carried out variety testing from 21 selection lines were allocated 6 lines described by stability to a drought, good potential of productivity and precocity. It is established, that expressiveness of the basic economic attributes pawned in phases loading and maturing of a grain, at investigated selection lines depend on a genotype and conditions of an environment. At definition of interrelation of a level moisture in the different periods of vegetation of culture and the basic parameters of efficiency of a spring wheat high positive correlation between quantity of deposits in May and average positive communication between quantity of deposits in June with such parameters, as efficiency, weight of a grain in an ear, quantity of grains in an ear, weight of 1000 grains, length of a stalk is established. In the periods crop – shoots, shoots – tillering, tillering – earing researched selection lines of soft spring wheat between security with heat and key parameters of efficiency are established communications distinguished on an orientation. Allocated in result variety testing selection lines of soft spring wheat have a number of economic-valuable attributes and represent special interest for their further inclusion to selection process as a source of high productivity and stability to biotic and абиотическим to stresses.

**Keywords:** selection lines, the vegetative period, efficiency, weight of 1000 grains, quantity of grains in an ear, security with heat, moisture, interrelation

Яровая пшеница в зерновом балансе республики занимает одно из ведущих мест, поэтому рост ее урожайности – важная задача. Величина урожая зависит от ряда факторов: погодных условий, агротехники возделывания, правильного выбора предшественника и других. В Республике Тыва отрасль растениеводства и земледелия ведется в экстремальных почвенно-климатических условиях. Всем хлеборобам известно о том, что залогом хорошего урожая, кроме со-

блюдения технологии выращивания яровой пшеницы, является своевременное обеспечение влагой и теплом в период вегетации растений. Важнейшей чертой климата Республики Тыва является его резкоконтинентальность, которая выражается в крайне резкой смене суровой малоснежной продолжительной зимы жарким, сравнительно коротким летом, малым количеством атмосферных осадков, способствующим ранневесенним засухам. За год выпадает

100–250 мм осадков, температура воздуха доходит до  $-50^{\circ}\text{C}$  зимой и  $+50^{\circ}\text{C}$  летом.

При таких условиях многие выращиваемые сорта сельскохозяйственных культур не полностью проявляют свой генетический потенциал по продуктивности, способности давать продукцию высокого качества. В почвенно-климатических условиях Республики Тыва величина урожайности зерновых культур в наибольшей мере зависит от сложившихся погодных условий [4, 5].

В связи с этим наиболее эффективным и экономически выгодным средством для стабилизации производства зерна яровой пшеницы в условиях Республики Тыва является создание и распространение в производство экологически пластичных сортов [2, 6].

Поэтому одним из важнейших критериев оценки новых сортов в производстве при возделывании в местных агроэкологических условиях выступает урожайность и качество продукции. В связи с этим продолжение изучения параметров экологической пластичности селекционных линий яровой пшеницы в условиях Республики Тыва остается наиболее актуальным вопросом и вызывает определенный практический интерес. Необходимо выявить из общего числа селекционных линий наиболее пластичные в момент наступления критического периода для пшеницы. В республике это период выхода в трубку и цветения, так как он очень часто совпадает с действием повышенных температур и дефицитом почвенной влаги, а также период созревания, характеризующийся недостатком положительных температур.

Целью исследования является оценка выделенных в коллекционном питомнике селекционных линий яровой пшеницы и выявление характера их экологической пластичности в экстремальных агрометеорологических условиях республики.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводились в период 2014–2016 гг. на опытном участке Тувинского научно-исследовательского института сельского хозяйства согласно Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7]. Почва опытного участка темно-каштановая, легкосуглинистая, с нейтральной реакцией почвенного раствора (pH 7,0), содержанием гумуса по Тюрину 4,5%. Предшественник – чистый пар на богаре.

Исходный материал был представлен 21 селекционной линией яровой пшеницы коллекции ВИР и СибНИИРС. В качестве стандарта использовался сорт Чагытай, районированный в республике с 2008 года. Повторность однократная. Учетная площадь делянки  $1\text{ м}^2$ . Обработка почвы и технология выращивания культур – общепринятые для региона [3]. Фенологические наблюдения проводились по основным фазам развития растений. Анализ по основным элементам структуры урожая проводился согласно методике Госсортоиспытания. В результате сортоиспытания в течение 3 лет исследований по комплексу признаков выделились 6 селекционных линий (Relin \* K-54975; 1374-Э-02 self 7201X-02; 1309-Э-02 self 7084X-02; Скала БР х Кантегирская 89; Чагытай х Ирышанка 10; ГК-276 х Новосибирская 29). Проведен сравнительный анализ их основных элементов продуктивности.

Метеорологические условия в 2014–2016 гг. различались как по количеству выпавших осадков, так и по сумме температур. На основании показателей гидротермического коэффициента вегетационного периода яровой пшеницы 2014 и 2016 годы можно охарактеризовать как умеренно влажные (ГТК=1,29–1,30), 2015 год – засушливый (ГТК=0,73).

## Результаты исследования и их обсуждение

В целях выявления характера экологической пластичности селекционных линий мягкой яровой пшеницы в экстремальных агрометеорологических условиях Республики Тыва были рассмотрены условия влагообеспеченности и температурные значения вегетационных периодов 2014–2016 гг. (табл. 1)

Таблица 1

Влагообеспеченность и температурный режим вегетационного периода мягкой яровой пшеницы на опытных полях ФГБНУ «Тувинский НИИСХ»

Период	Среднемесячная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$				Количество осадков, мм			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
Май	8,5	10,9	9,1	9,5	51,7	39,1	28,4	39,7
отклонение от средне-многолетних	-1,2	+1,2	-0,9	-0,2	+20,7	+8,1	-2,6	+8,7
Июнь	15,5	17,3	16,8	16,5	53,8	16,4	43,0	37,7
отклонение от средне-многолетних	-0,3	+1,5	+1,2	+0,7	+5,8	-31,6	-5,0	-10,3
Июль	18,4	19,9	20,5	19,6	29,9	58,1	52,3	46,8
отклонение от средне-многолетних	+1,5	+3	+3,6	+2,7	-43,1	-14,9	-20,7	-26,2
Август	17,1	17,3	14,5	16,3	39,1	31,6	74,4	48,4
отклонение от средне-многолетних	+2,6	+2,8	-0,1	+1,8	-28,9	-36,4	+6,4	-19,6

В мае значения температуры воздуха в 2014 и 2016 гг. были ниже среднеемноголетних показателей соответственно на 12,4 и 9,0%, а в 2015 – выше на 12,4%. При этом количество осадков превышало среднеемноголетнее значение в 2014 г. на 66,8%, а в 2015 г. – на 26,2%. В 2016 г. осадков выпало на 8,4% меньше, по сравнению со среднеемноголетними данными.

Влагообеспеченность в фенофазу кущения зерновых в июне месяце в среднем за период исследований была ниже среднеемноголетних данных на 21,5%. В 2015 году отмечался наиболее острый дефицит осадков (меньше нормы на 65,8%), а также наиболее высокая температура воздуха (выше среднеемноголетних данных на 1,5°C или на 9,5%). В 2016 году осадков также выпало меньше на 10,5%, а в июне 2014 года, наоборот, осадков выпало на 12,1% выше нормы, а температура воздуха была близка к среднеемноголетним значениям.

Июль месяц (фаза колошения зерновых культур) во все годы исследований характеризовался низкой влагообеспеченностью и высоким температурным режимом: количество осадков было ниже нормы в среднем на 35,9%, в 2014 г. – на 59,0%, в 2015 г. – на 20,4%, в 2016 г. – на 28,4%, температура воздуха выше на 8,9–21,3%.

Количество осадков в августе в среднем за период исследований составляло 64,9% нормы, при этом в 2014 г. обеспеченность влагой составила лишь 57,5%, а в 2015 г. – 46,5% при повышенной среднемесячной температуре воздуха на 17,9 и 19,3% соответственно. И только в 2016 г. количество осадков было несколько выше среднеемноголетних значений на 9,4%, а температурный режим на уровне нормы, но это не оказало положительного влияния на формирование урожая селекционных линий яровой пшеницы, испытывавших недостаток влаги в период формирования вегетативных и генеративных органов.

В результате проведения структурного анализа урожая изучаемых в период 2014–2016 гг. выделившихся селекционных линий мягкой яровой пшеницы установлено, что наиболее высокие показатели элементов продуктивности отмечены в 2014 году, наиболее благоприятном по влагообеспеченности и температурному режиму для роста и развития растений (табл. 2).

Несмотря на практически одинаковый гидротермический коэффициент в 2014 и 2016 гг., все основные показатели продуктивности выделившихся селекционных линий яровой пшеницы в 2016 году были значительно ниже, чем в 2014 году. Это объясняется неравномерным распределением

осадков в течение вегетационного периода, а также их недостатком в определенные фазы развития растений.

При определении взаимосвязи уровня влагообеспеченности в разные периоды вегетации культуры и основными показателями продуктивности яровой пшеницы установлена высокая положительная корреляция между количеством осадков в мае и такими параметрами, как продуктивность ( $r=0,88$ ), вес зерна в колосе ( $r=0,86$ ), количество зерен в колосе ( $r=0,85$ ), масса 1000 зерен ( $r=0,92$ ), длина стебля ( $r=0,91$ ). Влагообеспеченность июня имеет среднюю положительную связь с вышеперечисленными параметрами продуктивности выделившихся селекционных линий яровой пшеницы ( $r=0,59\dots0,67$ ).

Для полноценного развития растений, реализации их генетического потенциала и формирования высокой урожайности большое значение имеет достаточная их влагообеспеченность (не только за счет осадков, но и за счет почвенной влаги) в периоды "посев – всходы" и "всходы – кущение". Это связано с тем, что в фазу кущения уже идет формирование длины колоса, числа колосков в колосе, а также формирование колосовых бугорков [1].

В результате проведенных исследований также установлена взаимосвязь между среднемесячной температурой воздуха и основными параметрами продуктивности: в мае установлена средняя отрицательная корреляция ( $r=-0,56\dots-0,64$ ), в июне и июле – сильная отрицательная связь ( $r=-0,76\dots-0,97$ ). В периоды "всходы – кущение", "кущение – колошение" растения страдают от избытка тепла. Между среднемесячной температурой воздуха августа и такими показателями, как продуктивность, вес зерна в колосе, масса 1000 зерен и длина стебля, установлена слабая и средняя положительная корреляция ( $r=0,47\dots0,54$ ). То есть в период "колошение – восковая спелость" недостаточная теплообеспеченность препятствует формированию потенциально возможного количества зерна.

### Выводы

1. У селекционных линий мягкой яровой пшеницы выраженность основных хозяйственных признаков, закладываемых в фазы налива и созревания зерна, в проведенных исследованиях зависела от генотипа и условий внешней среды.

2. Установлены положительные корреляционные связи между количеством осадков мая и июня с основными параметрами продуктивности изучаемых селекционных линий в условиях Республики Тыва.

Таблица 2

Основные параметры продуктивности выделившихся селекционных линий яровой пшеницы в коллекционном питомнике ФГБНУ «Тувинский НИИСХ»

Образец	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Продуктивность, г/м <sup>2</sup>				
Чагытай, ст-т	355,00	91,73	88,00	178,24
Relin * К-54975	575,85	62,86	52,96	230,56
ГК-276 X Н29	510,50	111,62	100,0	240,71
1374-Э-02 self 7201X-02	505,70	97,80	89,54	231,01
1309-Э-02 self 7084X-02	499,80	64,64	58,91	207,78
(Чагытай)*Ирт 10	488,00	121,65	99,12	236,26
СпБР* Кантег-89	481,00	177,77	95,86	251,54
Количество продуктивных стеблей, шт.				
Чагытай, ст-т	369	280	378	342,33
Relin * К-54975	519	316	298	377,67
ГК-276 X Н29	510	343	333	395,33
1374-Э-02 self 7201X-02	571	305	297	391,00
1309-Э-02 self 7084X-02	610	155	145	303,33
(Чагытай)*Ирт 10	533	410	391	444,67
СпБР* Кантег-89	521	401	385	435,67
Вес зерна в колосе, г				
Чагытай, ст-т	2,48	1,46	1,47	1,80
Relin * К-54975	2,86	1,41	0,87	1,71
ГК-276 X Н29	2,68	1,44	1,54	1,89
1374-Э-02 self 7201X-02	2,54	1,50	1,49	1,84
1309-Э-02 self 7084X-02	2,55	1,64	0,86	1,68
(Чагытай)*Ирт 10	2,48	1,32	1,58	1,79
СпБР* Кантег-89	2,27	1,42	1,40	1,70
Количество зерен в колосе, шт.				
Чагытай, ст-т	34	20	23	25,67
Relin * К-54975	49	23	21	31,00
ГК-276 X Н29	38	22	21	27,00
1374-Э-02 self 7201X-02	38	20	18	25,33
1309-Э-02 self 7084X-02	37	20	13	23,33
(Чагытай)*Ирт 10	36	22	23	27,00
СпБР* Кантег-89	36	23	22	27,00
Масса 1000 зерен, г				
Чагытай, ст-т	48,10	27,74	24,40	33,41
Relin * К-54975	45,67	24,59	21,57	30,61
ГК-276 X Н29	47,79	28,48	25,36	33,88
1374-Э-02 self 7201X-02	48,52	26,28	23,89	32,90
1309-Э-02 self 7084X-02	40,59	24,31	20,56	28,49
(Чагытай)*Ирт 10	48,21	28,18	24,88	33,76
СпБР* Кантег-89	43,03	26,53	24,33	31,30
Длина стебля, см				
Чагытай, ст-т	86,20	62,88	56,21	68,43
Relin * К-54975	92,96	58,20	52,20	67,79
ГК-276 X Н29	95,80	66,20	60,25	74,08
1374-Э-02 self 7201X-02	94,48	58,70	58,71	70,63
1309-Э-02 self 7084X-02	101,68	54,70	54,72	70,37
(Чагытай)*Ирт 10	91,32	66,00	56,00	71,11
СпБР* Кантег-89	80,32	63,08	53,08	65,49

3. В периоды "посев – всходы", "всходы – кущение", "кущение – колошение" исследуемых селекционных линий мягкой яровой пшеницы между теплообеспеченностью и основными параметрами продуктивности установлены отличающиеся по направленности связи.

4. Выделившиеся в результате сортоиспытания селекционные линии мягкой яровой пшеницы обладают рядом хозяйственно-ценных признаков и представляют особый интерес для дальнейшего их включения в селекционный процесс как источник высокой урожайности и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам. В перспективе необходимо детальное изучение и оценка сортовых параметров с выявлением из общего числа наиболее пластичных, высокоурожайных селекционных линий мягкой яровой пшеницы, для дальнейшего изучения их в питомнике конкурсного сортоиспытания.

#### Список литературы

1. Биологический контроль в сельском хозяйстве: методика определения, таблицы и краткое описание этапов органогеиза 50 видов растений / под ред. Ф.М. Куперман. – М.: Изд-во МГУ, 1962.
2. Гончаров П.Л. Аграрная наука и ее вклад в устойчивое развитие растениеводства в Республике Тыва // Аграрно-экономическая наука Республики Тыва: основные результаты и перспективы: сб. материалов межрегион. науч.-практ. конф. (8–10 августа 2009 г., г. Кызыл). – Новосибирск, 2009. – С. 11–12.
3. Зональные системы земледелия Тувинской АССР. – Новосибирск, 1982. – 18 с.
4. Ламажап Р.Р., Липшин А.Г. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в Республике Тыва / Р.Р. Ламажап, А.Г. Липшин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – № 12. – С. 13–19.
5. Ламажап Р.Р., Липшин А.Г. Пластичность и стабильность урожайности образцов ярового ячменя в Республике Тыва / Р.Р. Ламажап, А.Г. Липшин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 8–1. – С. 132–135.
6. Лихенко И.Е. Использование в селекции яровой мягкой пшеницы мирового генофонда и местных сортов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 1. – С. 26–30.
7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: «Колос», 1971.

УДК 633.2.03:631.533(571.52)

## ПОДБОР БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВосмЕСЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СЕЯНЫХ СЕНОКОСОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Монгуш Л.Т.

ФГБНУ «Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Кызыл,  
e-mail: tuv\_niish@mail.ru

В данной работе представлены результаты исследований, проведенных в 2012–2015 гг. на опытно-экспериментальных полях Тувинского НИИ СХ, по подбору бобово-злаковых травосмесей для создания сеяных сенокосов. Кроме традиционных люцерно-кострецовых травосмесей, изучены травосмеси из эспарцета, пырея бескорневищного, пырейника сибирского. В результате проведенных исследований установлено, что для раннего сенокосения (до июльских осадков) оптимальна травосмесь "эспарцет+кострец безостый". Для более позднего использования подойдут смеси с участием люцерны. Наибольшей урожайностью зеленой массы и продуктивностью характеризуются варианты "эспарцет+кострец безостый", "эспарцет+люцерна+пырейник сибирский": урожайность зеленой массы составила 10,12; 10,22 т/га, сбор кормовых единиц 5,80; 4,62 тыс. корм. ед. обменной энергии – 82,39; 79,93 ГДж/га.

**Ключевые слова:** сеяные сенокосы, многолетние травы, травосмеси, люцерна, эспарцет, кострец безостый, урожайность, продуктивность

## SELECTION OF BEAN-CEREALS FOR CREATION HAYMACINGS IN EXTREME CONDITIONS OF REPUBLIC TUVA

Mongush L.T.

Tuvinian Scientific Research institute of Agriculture, Kyzyl, e-mail: tuv\_niish@mail.ru

In the given work results of the researches which have been carried out in 2012–2015 on skilled-experimental fields of Scientific Institution Tuvinian Scientific Research institute of Agriculture, on selection of bean-cereals mixtures for creation seeded haymakings are submitted. Except for traditional alfalfa-kastratovic mixtures are investigated mixtures from sainfoin, a wheat grass besomething, wildrye siberian. As a result of the carried out researches it is established, that for early mowing (up to July deposits) it is optimum mixtures sainfoin+rump awnless. For later use mixes with participation of Lucerne will approach. The greatest productivity of green weight and efficiency characterize variants sainfoin+rump awnless, sainfoin+lucerne+wildrye siberian: productivity of green weight has made 10,12; 10,22 t/ha, gathering of fodder units 5,80; 4,62 thousand forage units, exchange energy – 82,39; 79,93 GDI/ha.

**Keywords:** seeded haymakings, long-term grasses, mixtures, Lucerne, sainfoin, awnless brome, productivity, efficiency

Приоритетным направлением и основной целью развития агропромышленного комплекса Сибири в настоящее время является создание кормовой базы, способной в полной мере удовлетворить потребности животноводства в кормах по объему заготовок, структуре, качеству и стоимости. От обеспеченности животных кормами зависит эффективность всей отрасли животноводства. Невозможно сколько-нибудь серьезно говорить о стабильности животноводства без надежной устойчивой кормовой базы, особенно в осенне-зимне-весенний стойловый период, который в Сибири значительно более продолжительный, чем в европейской части страны [7].

Структура размещения по зонам Сибири основных многолетних трав должна сохранять общий принцип: одновидовых посевов мятликовых (злаковых) культур не должно быть более 10–15%, одновидовых бобовых ценозов – не более 30–35%. В посевах должны доминировать бобово-мятликовые травосмеси (50–60%). В этом случае решается вопрос качества корма, кроме того, по-

севы являются прекрасным предшественником [6].

Республика Тыва – это животноводческий регион России, по поголовью мелкого рогатого скота занимает одно из ведущих мест по СФО. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Тыва на 1 января 2017 года, в республике имеется 1149877 голов овец и коз. Скот в основном круглогодично содержится на естественных пастбищах, которые имеют низкую продуктивность. Заготовленных на зиму кормов часто не хватает до конца периода зимовки скота, поэтому в республике необходимо иметь страховой запас грубых кормов. Для решения данного вопроса необходимо улучшить состояние сенокосов, создать высокопродуктивные сеяные сенокосы.

По мнению Кашеварова Н.И., в перспективе главным сырьем для производства сена в Сибири останутся многолетние травы. Рост производства сена следует наращивать за счет увеличения урожайности, сократив при этом площадь старовозрастных посе-

вов, возделывать высокоурожайные сорта и адаптированные к местным условиям виды многолетних трав [5].

В настоящее время для создания сенокосов в Туве в основном используют люцерну (*Medicago*) и кострец безостый (*Bromus inermis* L.). Вместе с тем существуют и другие виды многолетних трав, имеющие более короткие фазы развития и более засухоустойчивые.

При создании сеяных сенокосов необходимо учесть, что смешанные многовидовые агроценозы более продуктивны и долговечнее одновидовых. Бобовые при посеве со злаками азота фиксируют выше (почти вдвое), чем в посевах бобовых без злаков. Урожай смешанных посевов по сравнению с чистыми выше. По поедаемости смешанные посевы также имеют преимущество перед чистыми посевами [1].

Давно установленное улучшение обеспечения азотом злаков и других культур при их совместном произрастании с бобовыми обусловлено поступлением азота в почву с отмирающими клубеньками и корнями бобовых. Имеет значение и почти полное отсутствие конкуренции со злаками за азот, так как бобовые обеспечиваются полностью клубеньковыми бактериями [9]. Благодаря совместному произрастанию улучшается и качество корма.

Целью проведенной работы являлся подбор высокоурожайной и продуктивной многолетней бобово-злаковой травосмеси для сенокосного использования в условиях Республики Тыва.

### Материалы и методы исследования

В ходе исследований изучался процесс формирования урожая многолетних бобово-злаковых травосмесей. Опыт по созданию сеяного травостоя был заложен в 2012 году на опытно-экспериментальном поле ФГБНУ «Тувинский НИИСХ». Обработка почвы проводилась согласно зональной системе земледелия [3].

Почва опытного участка зональная – темно-каштановая, среднесуглинистая. Агрохимические показатели пахотного горизонта в слое 0–10 см: содержание гумуса – 3,59%, общего азота – 20%, обменного калия – 222 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 16 мг/кг почвы. Гумус определяли по Тюрину, подвижный фосфор и обменный калий – по Мачигину, общий азот – по Кьелдалю (ГОСТ 26205-91, ГОСТ 30504-97, ГОСТ 26107-84).

Предшественник многолетних трав – пар. Учитывая результаты проведенных исследований по оценке питательности различных видов трав, приспособленных к условиям республики, травосмеси были составлены из следующих видов многолетних трав: люцерна (*Medicago*) сорт Сибирская 8, эспарцет (*Onobrychis*) сорт СибНИИК-30, кострец безостый (*Bromus*) сорт Антей, пырей бескорневищный (*Elymus trachycaulon* (Link) Gould et Shinnars = ) (*Agropyron tenerum*) сорт

Хутэл, пырейник сибирский (*Elymus*) Бурятский. В качестве контрольного варианта использовали люцерну. Всего в опыте изучалось 9 вариантов.

Посев проведен в мае 2012 года, опыт однофакторный, вариантов 9. Контроль – люцерна. Площадь учетной делянки 28 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. Норма посева люцерны 14–16 кг/га, эспарцета – 40 кг/га, костреца безостого – 22 кг/га, пырея бескорневищного – 18–20 кг/га, пырейника сибирского – 18–20 кг/га. Норма посева в двойных смесях 50:50%, в тройных смесях – 50:25:25%. Общая норма посева 25–30 кг/га. До и после посева почву прикатывали кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А, для получения дружных всходов.

Фенологические наблюдения, подсчет густоты стояния растений, измерение высоты растений, определение структуры растений, химический анализ проводили согласно методике ВИК [8]. Учет урожая зеленой массы травосмесей проведен в фазу бутонизации бобового компонента.

Анализ почвенных и растительных образцов проведен в аналитической лаборатории «Тувинского НИИСХ». Азот в кормах определен фотометрическим индофенольным методом (ГОСТ 13496.4–93.3). Расчет кормовых единиц и обменной энергии проводили по данным химического состава трав и травосмесей расчетным путем.

Индекс ценотической активности рассчитан как соотношение доли участия вида в травостое ко времени скашивания (стравливания) к доле участия того же вида в травосмеси при посеве в процентном выражении [10].

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью прикладных программ Snedecor [2, 12]. Климатические условия приведены по данным Сосновской метеостанции Тандинского района республики Тыва.

### Результаты исследования и их обсуждение

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались по увлажнению. Более благоприятным для развития растений был вегетационный период 2013 года, когда сумма осадков составила 361,6 мм. Засушливым был вегетационный период 2014 года, когда за июнь выпало 53,8 мм осадков, за июль – 29,9 мм. Сумма осадков за вегетационный период составила 212,7 мм, в июле и августе дефицит осадков составил 60,7 мм по сравнению со средними многолетними данными. Очень засушливым и жарким был 2015 год, который характеризовался высокими температурами воздуха и неравномерным выпадением атмосферных осадков. За июнь месяц выпало всего 16,4 мм осадков, за месяц недополучили 31,6 мм по сравнению со средними многолетними. За июль месяц недополучили 14,9 мм осадков. Всего за вегетационный период выпало 240,1 мм осадков, что на 41,0 мм ниже средних многолетних (см. рисунок).

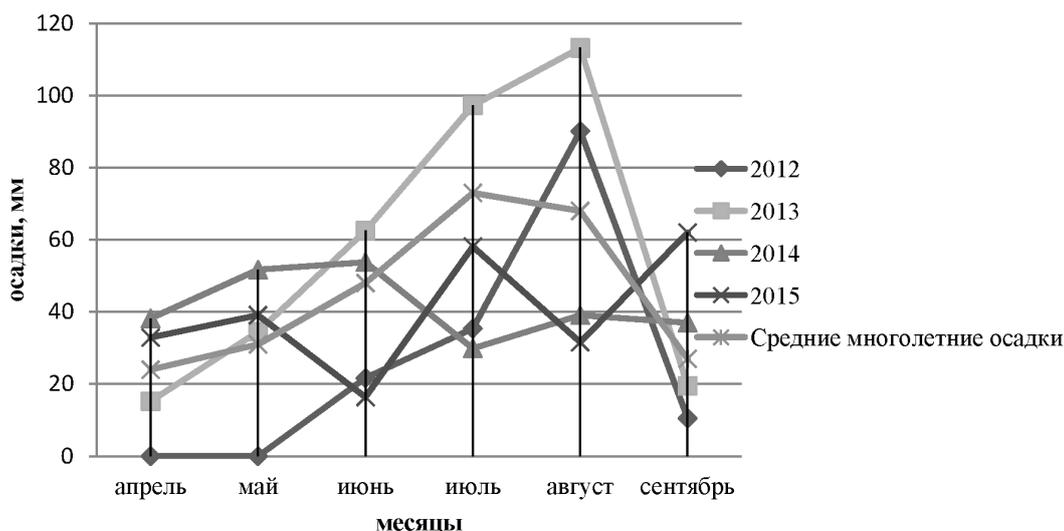
В результате проведенных нами наблюдений за ростом и развитием многолетних

бобово-злаковых травостоев начало отращивания многолетних трав отмечено в III декаде апреля. Из бобовых первым начал вегетировать эспарцет, а из злаковых – кострец безостый. Поэтому для раннего периода использования в весенний период наиболее подходящим компонентом для эспарцета является кострец безостый, а смеси с люцерной посевной пригодны для более позднего срока использования.

нимальная отмечена у люцерны – от 28 см до 37 см.

Ботанический состав – важный признак сеяного травостоя, является не всегда постоянным, изменялся по годам по мере развития травостоя.

В смесях с участием люцерны в 1-й год пользования преобладали бобовые (от 44,5% до 61,0%), во 2-й и 3-й год пользования уменьшалась доля участия бобовых,



Количество осадков за вегетационный период 2012–2015 гг.

Учет урожая зеленой массы проводился в фазу бутонизации и начале цветения бобовых. Высота растений при учете урожая зависела от метеорологических условий года. В более благоприятные годы, когда выпадало больше атмосферных осадков, сеяные травы достигали наибольшей высоты.

В 1-й год пользования высота растений была в следующих пределах: люцерны – от 45 до 50 см, эспарцета – от 74 до 80 см, костреца безостого – от 64 до 70 см, пырея бескорневищного и пырейника сибирского – от 45 до 50 см.

Во второй год пользования максимальная высота была отмечена у костреца безостого – 92–113 см, у люцерны высота растений составляла от 64 до 76 см, у эспарцета – от 84 до 91 см. В засушливый 2015 год многолетние травы сформировали очень низкий травостой. Максимальная высота отмечена у эспарцета – от 52 до 65 см, ми-

стали преобладать злаковые (от 57,6% до 60,48%). В смесях с участием эспарцета в 1-й год пользования только в варианте "эспарцет + кострец безостый" преобладали злаки (50,9%). В последующие годы во всех вариантах доминирующее значение имели бобовые.

Индекс ценотической активности является важнейшим критерием продуктивного долголетия многолетних трав, и, следовательно, фактором ресурсосбережения фитоценоза [4]. Применение индекса ценотической активности позволяет определить поведение отдельных видов трав в составе различных видов сеяных травосмесей, и характеризовать конкурентоспособность вида.

Различные виды растений проявляют в бобово-злаковых травостоях различную фитоценотическую активность. Это обусловлено их видовыми и сортовыми биологическими особенностями, а также зависит

от типа почвы, возраста трав и способа их использования.

В опыте среди изучаемых видов высокой ценотической активностью характеризовалась люцерна. Видовое участие люцерны было высоким и стабильным по годам использования травостоев. В неблагоприятных погодных условиях в период вегетации преимущество имел эспарцет.

В первый год пользования наибольшая ценотическая активность отмечена у люцерны в трехкомпонентной смеси "эспарцет+люцерна+пырейник" – 1,45. Ценотическая активность эспарцета находилась в пределах от 1,02 в смеси "эспарцет+люцерна+пырейник" до 1,29 в смеси "эспарцет+люцерна+пырей" (табл. 1).

а ценотическая активность эспарцета более стабильна, чем у люцерны.

В двойных и тройных смесях из злаков наибольшую ценотическую активность проявлял пырейник сибирский. По градации ценотической активности [13] при ИЦА ≤ 1 вид конкурентоспособен, больше 1 – устойчиво доминирует, менее 1 до 0,5 устойчиво угнетено, 0,5 – полное подавление. Люцерна в смесях "люцерна+пырей", "эспарцет+люцерна+кострец", "эспарцет+люцерна+пырейник" устойчиво доминирует. Эспарцет устойчиво доминирует в смесях "эспарцет+кострец", "эспарцет+люцерна+пырей" и доминирует в смеси "эспарцет+люцерна+пырейник".

Наибольшая урожайность зеленой массы за 3 года исследований получена в более

Таблица 1

Коэффициент ценотической активности травосмесей

Травосмеси	Год пользования			Среднее
	1-й	2-й	3-й	
Люцерна+кострец	$\frac{0,83}{1,16}$	$\frac{1,09}{0,91}$	$\frac{0,81}{1,18}$	$\frac{0,91}{1,08}$
Люцерна+пырейник	$\frac{0,72}{1,28}$	$\frac{0,89}{1,11}$	$\frac{0,88}{1,12}$	$\frac{0,83}{1,17}$
Люцерна+пырей	$\frac{1,12}{0,88}$	$\frac{1,20}{0,80}$	$\frac{1,14}{0,86}$	$\frac{1,15}{0,85}$
Эспарцет+кострец	$\frac{1,27}{0,88}$	$\frac{1,02}{0,98}$	$\frac{1,29}{0,16}$	$\frac{1,19}{0,64}$
Эспарцет+люцерна+кострец	$\frac{1,03}{1,2/0,71}$	$\frac{0,90}{1,8/0,76}$	$\frac{0,82}{1,17/0,12}$	$\frac{0,92}{1,39/0,53}$
Эспарцет+люцерна+пырей	$\frac{1,29}{1,0/0,39}$	$\frac{1,13}{0,68/1,21}$	$\frac{1,0}{0,95/0,79}$	$\frac{1,14}{0,88/0,80}$
Эспарцет+люцерна+пырейник	$\frac{1,02}{1,43/1,25}$	$\frac{1,0}{1,45/0,54}$	$\frac{0,99}{0,82/1,2}$	$\frac{1,0}{1,23/0,99}$

На 2-й год пользования наибольшей ценотической активностью обладала люцерна в трехкомпонентных смесях "эспарцет+люцерна+кострец" (1,80) и "эспарцет+люцерна+пырейник" (1,43). По нашим данным ценотическая активность люцерны в двухкомпонентных смесях ниже, чем в трехкомпонентных смесях. На 3-й год пользования ценотическая активность люцерны снизилась по сравнению с предыдущим годом,

увлажненном 2013 году, наименьшая – в засушливом 2015 году. Эспарцет, как более засухоустойчивая культура, дает более высокие урожаи и в засушливых условиях, поэтому максимальная урожайность зеленой массы отмечена в вариантах с участием эспарцета: "эспарцет+кострец безостый", "эспарцет+люцерна+пырейник" 10,12 и 10,22 т/га соответственно, что превышает контроль на 5,32 и 5,42 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность зеленой массы травосмесей из многолетних трав, т/га

Варианты	Зелёная масса ,т/га				Прибавка зеленой массы к контролю	
	2013	2014	2015	Среднее	т/га	%
Люцерна(контроль)	3,68	8,93	1,78	4,80	-	-
Люцерна+ кострец безостый	4,17	11,6	1,95	5,91	-	-
Люцерна+пырейник сибирский	8,45	8,04	1,70	6,06	1,11	123
Люцерна+пырей бескорневищный	6,17	9,90	1,56	5,88	1,26	126
Эспарцет	12,4	16,65	1,09	10,05	1,08	122
Эспарцет+ кострец безостый	11,9	16,10	2,37	10,12	5,25	209
Эспарцет+люцерна+кострец безостый	13,5	9,41	2,28	8,40	5,32	210
Эспарцет+люцерна+пырей	10,4	9,45	2,33	7,39	3,6	175
Эспарцет+люцерна+пырейник	12,5	14,83	3,32	10,22	2,59	153
НСР(5%)	4,31	2,21	0,18		5,42	212

В остальных вариантах урожайность травосмесей тоже была выше, чем на контроле и варьировалась от 5,88 до 8,40 т/га. Урожайность многолетних травосмесей зависима от соотношения компонентов. Выявлено, чем больше доля бобовых в структуре урожая, тем выше урожайность зеленой массы.

В первый год пользования значима корреляция между урожайностью и долей бобовых ( $r=0,8426$ ), во второй год пользования корреляция между долей бобовых и урожайностью составила  $r = 0,7584$ . В засушливом 2015 году значительна роль злаков в структуре урожая зеленой массы

( $r = 0,7786$ ). Данные достоверны на 5% уровне ( $R=0,6664$ ).

Одним из важных показателей при изучении кормовых культур является продуктивность с 1 гектара, которая напрямую связана с урожайностью кормовых культур. За годы исследований наибольшую урожайность по сухому веществу и по сбору кормовых единиц показал вариант "эспарцет +кострец" (6,26 т/га и 5,80 тыс.), что превышает контроль в 3,6 и 1,25 раза соответственно. Максимальное значение обменной энергии отмечено в вариантах "эспарцет" и "эспарцет + кострец" 86,70 и 82,39 ГДЖ /га соответственно, что превышает контроль в 2 раза (табл. 3).

Таблица 3

Продуктивность бобово-злаковых травосмесей в среднем за 2013–2015 гг.

Травосмеси	Урожайность сухого вещества, т/га	Сбор с 1 га	
		Кормовые единицы, тыс.	Обменная энергия, ГДЖ
Люцерна(контроль)	1,74	3,02	42,08
Люцерна+ кострец безостый	2,67	2,98	44,08
Люцерна+пырейник сибирский	1,90	2,37	38,97
Люцерна+пырей бескорневищный	2,22	5,56	48,82
Эспарцет	4,97	4,09	86,70
Эспарцет+ кострец безостый	6,26	5,80	82,39
Эспарцет+люцерна+кострец безостый	3,95	5,07	72,24
Эспарцет+люцерна+пырей	4,56	4,22	58,93
Эспарцет+люцерна+пырейник	6,23	4,62	79,93

По содержанию кормовых единиц лучшие показатели по вариантам "люцерна+ пырей бескорневищный" (5,56 тыс.) и "эспарцет + люцерна + кострец безостый" (5,07 тыс.), "эспарцет + люцерна + пырейник" (4,62 тыс.)

#### Заключение

В результате проведенных полевых опытов по созданию сенокосов из многолетних бобово-злаковых травосмесей обоснована возможность создания сеяных сенокосов в засушливых условиях Республики Тыва из следующих травосмесей: эспарцета с кострцом, эспарцета вместе с люцерной и пырейником. Выделившиеся травостои обеспечивают высокую урожайность и продуктивность: урожайность зеленой массы – 10,12 и 10,22 т/га соответственно, сбор кормовых единиц 5,80 и 4,62 тыс., обменной энергии – 82,39 и 79, 93 ГДж/га.

#### Список литературы

1. Андреев Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство: 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – С. 193–200.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 267 с.
3. Зональная система земледелия Тувинской АССР: [под ред. Г.А. Заркевича и др.]. Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1982. – 182 с.
4. Зотов А.А., Косолапов В.М., Кобзин А.Г. [и др.]. Сенокосы и пастбища на осушаемых землях Нечерноземья / Под общ. ред. А.А. Зотова и В.М. Косолапова. – М., 2012. – С. 326–328.
5. Кашеваров Н.И., Резников В.Ф. Кормопроизводство как жизнеобразующая отрасль в сельском хозяйстве Сибири: состояние и проблемы // Современное состояние и стратегия развития кормопроизводства в XXI веке: материалы междунар. науч.-практич. конф. (Новосибирск, 9–12 июля 2012 г.) Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – С. 3–13.
6. Кашеваров Н.И. Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства. – Новосибирск, 2016. – 106 с.
7. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Е.П. [и др.] Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства // Адаптивное кормопроизводство. – 2016. – № 4. – С. 6–15.
8. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами. М.: Агропромиздат; 1987. – 198 с.
9. Работнов Т.А. Экология луговых трав: Изд-во МГУ, 1985. – 174 с.
10. Сеницын Н.В., Лихачевич А.П., Чижик А.И. [и др.]. Луговое кормопроизводство в Нечерноземной зоне / [под ред. Н.В. Сеницына.]. – Смоленск: Кн.изд-во «Смядынь», 2003. – 263 с.
11. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
12. Шофман Л.И. Нормы высевы и ценотическая активность как факторы продуктивного долготлетия травостоя // Мелиорация. – 2012. – № 1. – С. 183–192.

УДК 633.11:004.738.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-СЕРВИСОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

<sup>1</sup>Тугуз Р.К., <sup>2</sup>Панеш А.Х.<sup>1</sup>ФГБНУ «Адыгейский НИИ сельского хозяйства», Майкоп, e-mail: gnuaniish@mail.ru;<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Адыгейский государственный университет», Майкоп, e-mail: apanesh@yandex.ru

Отмечается возрастающее распространение сервисов геоинформационных систем (ГИС), доступ к которым осуществляется через Интернет. Показаны преимущества таких систем (Веб-ГИС) в сравнении с настольными (серверными) ГИС. Отмечено, что наличие космических снимков высокого пространственного разрешения у интеграторов Веб-ГИС систем позволяет отслеживать состояние растительности на отдельных, относительно небольших полях площадью в несколько гектаров. Приводится краткая характеристика наиболее развитых Веб-ГИС систем, имеющихся на рынке геоинформационных услуг, а также перечень предоставляемых ими показателей. В исследовании выполнены расчеты прогнозируемой урожайности озимой пшеницы на основе различных подходов, приводится обсуждение полученных результатов. Выявлены взаимосвязи между вегетационным индексом NDVI, площадью ассимиляционной поверхности и содержанием хлорофилла в растениях. Исследования проводились на производственных посевах Адыгейского НИИ сельского хозяйства (по 6 полей) в 2016–2017 гг. Индексы растительности при проведении расчетов были получены из Веб-ГИС «Вега» Института космических исследований РАН и из Веб-ГИС «Геоаналитика. Агро» компании «Совзонд». При расчете влияния площади ассимиляционной поверхности посевов озимой пшеницы на значение вегетационного индекса NDVI коэффициент корреляции между соответствующими наборами данных составил 0,65. Коэффициенты корреляции между относительным содержанием хлорофилла в единице биомассы растений озимой пшеницы и вегетационным индексом NDVI составили значения -0,85 (2016 г.) и -0,82 (2017 г.). В исследовании также изучена связь урожайности озимой пшеницы с хлорофилловым фотосинтетическим потенциалом ХФСП и вегетационным фотосинтетическим потенциалом ВФСП. Рассчитаны регрессивные зависимости урожайности озимой пшеницы от вегетационного индекса фотосинтетического потенциала ВИФП.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы (ГИС), Веб-ГИС системы, индексы растительности, озимая пшеница, прогнозирование урожая, коэффициент корреляции, регрессивная зависимость

## THE USE OF WEB SERVICES OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR THE CULTIVATION OF WINTER WHEAT

<sup>1</sup>Tuguz R.K., <sup>2</sup>Panesh A.H.<sup>1</sup>Adyge scientific research Institute of agriculture, Maikop, e-mail: gnuaniish@mail.ru;<sup>2</sup>Adyge State University, Maikop, e-mail: apanesh@yandex.ru

An increasing extension of services of geographic information systems (GIS) accessed via the Internet is noted. The study shows the advantages of such systems (Web-GIS) compared to desktop (server) GIS. Noted that due to the availability of satellite images with high spatial resolution integrators of Web-GIS systems allows you to monitor the status of vegetation on a separate, relatively small fields with an area of several hectares. The paper describes the brief characteristics of the developed Web-GIS systems available on the market of geoinformation services, as well as the list of indicators they can provide. Calculations of predicted winter wheat yields on the basis of different approaches is made in the work, the results are discussed. The article identified the relationship between the vegetation index NDVI, the assimilation surface area and chlorophyll content in plants. Studies were carried out on industrial crops of the Adygeya scientific research Institute of agriculture (6 fields) in 2016–2017. Indices of vegetation in the calculations were obtained from the «VEGA» Web-GIS of the Institute of space research of the Russian Academy of Sciences and the «Geoanalitika.Agro» Web-GIS of Sovzond company. When calculating the impact of assimilation surface area of crops winter wheat to the value of the vegetation index NDVI, the correlation coefficient between the corresponding data sets was 0.65. The correlation coefficients between the relative chlorophyll content per unit biomass of winter wheat plants and the vegetation index NDVI values were -0,85 (2016) and -0,82 (2017). The study also examined the relationship of winter wheat yield with chlorophyll photosynthetic potential HPSP and vegetation photosynthetic potential VPSP. Also a regressive dependences of winter wheat yield and vegetation index photosynthetic potential VIPP were calculated.

**Keywords:** geographic information systems (GIS), Web-GIS system, indexes of vegetation, winter wheat, yield prediction, correlation coefficient, regression dependence

Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве из разряда инноваций постепенно становится нормой. При этом большое развитие получают сервисы геоинформационных систем (ГИС), доступ к которым предоставляется через Интернет (Веб-ГИС) [1]. Веб-ГИС – это геоинформационная система в сети Интернет, пользователи которой могут просматривать,

редактировать и анализировать пространственные данные с помощью веб-браузеров. В Веб-ГИС могут быть реализованы почти все функции, доступные в настольной ГИС: навигация по карте, редактирование данных, пространственный анализ, поиск, геокодирование и многое другое. Для работы в Веб-ГИС пользователю не требуется квалификация ГИС-специалиста или специ-

ализированное программное обеспечение. Достаточно наличия веб-браузера и подключения к Интернет.

Основными преимуществами от использования Веб-ГИС в сравнении с настольными (серверными) ГИС являются:

- Повышение доступности пространственных данных; для доступа к системе можно использовать персональные компьютеры, ноутбуки, смартфоны и планшеты с установленным веб-браузером.

- Незначительный объем расходов на подключение к Веб-ГИС сервису по сравнению с созданием настольного (серверного) ГИС-приложения.

- Централизация хранения, обработки и доступа к данным с использованием облачных технологий.

Указанные возможности и преимущества позволяют использовать Веб-ГИС не только крупными агропредприятиями, но и отдельными фермерами при возделывании, в частности, зерновых культур [2]. То есть в настоящее время появилась возможность спутникового мониторинга и оценки характеристик растительности не только на больших территориях, но и на отдельных полях площадью в несколько гектаров с целью выявления неоднородностей роста растений

на поле, прогноза урожайности и пр. Это стало возможным в связи с предоставлением пользователям Веб-ГИС космических снимков высокого пространственного разрешения в 3 м или даже в 1 м [3, 4]. На рис.1 показан снимок фрагмента производственных полей Адыгейского НИИ сельского хозяйства с наложенной картой вегетационного индекса NDVI, предоставленной через сервис Веб-ГИС «Геоаналитика.Агро».

На рынке геоинформационных услуг для сельского хозяйства имеет место значительная конкуренция. Наибольшими функциональными возможностями обладают Веб-ГИС системы «Вега» Института космических исследований РАН (имеется возможность предоставления пользователям космических снимков спутниковых группировок Landsat- 30 м, Sentinel-10 м. и других снимков с более низким разрешением), «Геоаналитика. Агро» компании «Совзонд» (предоставляются снимки группировок Landsat – 30 м, Sentinel-10 м, RapidEye – 6,5 м, PlanetScope – 3 м), «КосмосАгро» компании «Сканэкс» (снимки из большого перечня спутниковых группировок, с пространственным разрешением 1 м – за дополнительную плату). Имеются и достойные конкуренты этих систем.

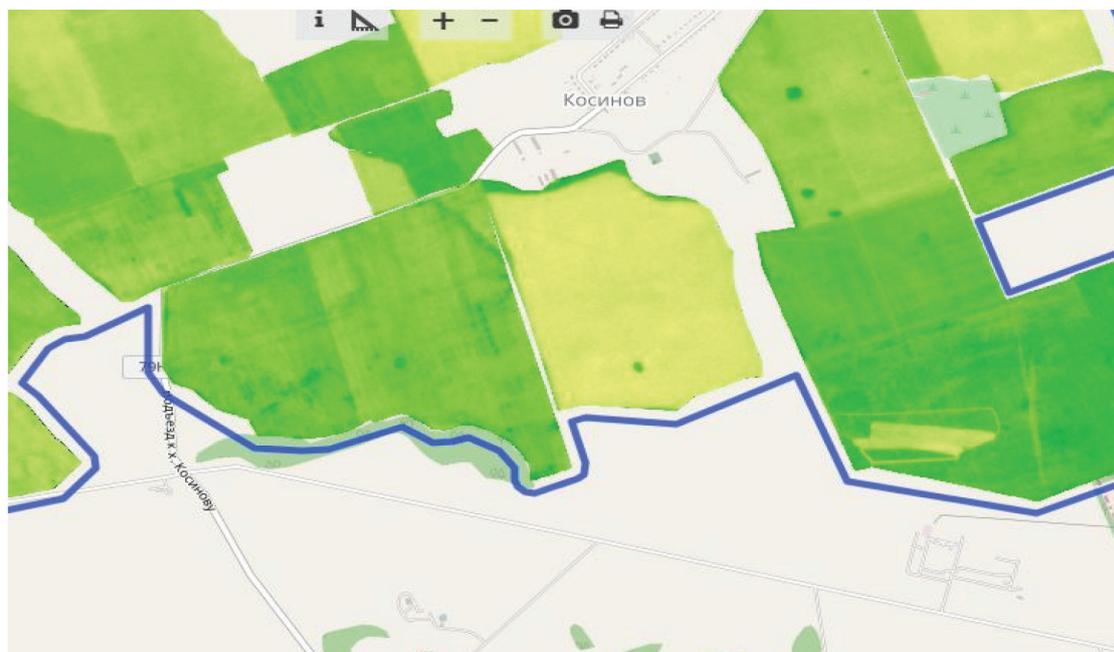


Рис. 1. Фрагмент производственных полей Адыгейского НИИ сельского хозяйства по состоянию на 09.07.2017 г. (Снимок получен от Веб-ГИС «Геоаналитика. Агро», пространственное разрешение 3 м)

Отмеченные Веб-ГИС системы предоставляют значения многих индексов: вегетационного NDVI, содержания хлорофилла в листьях MCARI/OSAVI, содержания азота в листьях растений GNDVI, почвенный вегетационный индекс SAVI, индекс листовой поверхности LAI и др. Также формируются и доступны пользователям соответствующие наборы карт, выполненных в виде растровых изображений.

**Цель исследования.** В последние годы большой интерес приобретают исследования, посвященные прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур [5]. Именно этой проблеме посвящено данное исследование. Мы анализируем методы расчета урожайности озимой пшеницы, предлагаемые в работах [6,7], с целью практической их проверки и выявления наиболее оптимального вегетационного индекса для расчетов. Также исследуем взаимосвязи между вегетационным индексом NDVI, площадью ассимиляционной поверхности и содержанием хлорофилла в растениях, которые являются оптико-биологическими характеристиками посевов. Выявление этих закономерностей позволит с большей объективностью и достоверностью получать информацию о продукционном процессе развития сельскохозяйственных культур.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проводились с января 2016 г. по июль 2017 г. (до окончания уборки озимой пшени-

цы). Объекты исследований – производственные посевы Адыгейского НИИ сельского хозяйства (по 6 полей). Вегетационные индексы NDVI и коэффициенты спектральной яркости посевов в период вегетации получены из системы Веб-ГИС «Вега», индекс содержания хлорофилла в листьях MCARI/OSAVI получен из системы Веб-ГИС «Геоаналитика. Агро». Отборы проводились по этапам органогенеза в 3–кратной повторности. Площадь ассимиляционной поверхности определялась весовым методом. Показатели фотосинтетической продуктивности рассчитывались по формулам из [6, 7].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Необходимо отметить существенные различия в метеорологических условиях выращивания озимой пшеницы урожая 2016 и 2017 годов. В 2016 г. рост посевов на всех стадиях развития отличался благоприятными температурными и влажностными условиями. В 2017 г. имели место продолжительные дожди, особенно в критический период по отношению озимой пшеницы к влаге – выход в трубку и колошение. Такое чрезмерное увлажнение снизило темпы роста и урожайность озимой пшеницы.

Изучение влияния площади ассимиляционной поверхности посевов озимой пшеницы на значение их вегетационного индекса NDVI выявило наличие взаимосвязи между этими показателями, которая в среднем за период исследований может быть оценена коэффициентом корреляции, равным 0,65 (табл. 1).

**Таблица 1**

Площади ассимиляционных поверхностей озимой пшеницы ( $m^2/m^2$ ) и их коэффициенты корреляции с NDVI

№ поля	Фазы развития				R <sub>corr</sub>
	кущение	трубкавание	колошение	налив зерна	
2016 г.					
1	2,47	3,02	4,46	2,87	0,31
2	2,05	2,45	3,47	2,02	0,29
3	3,92	4,85	6,46	4,47	0,58
4	2,48	2,49	4,22	2,30	0,83
5	3,81	4,43	6,35	4,37	0,79
6	3,21	4,14	6,03	4,07	0,72
Среднее	2,99	3,56	5,17	3,35	0,69
2017 г.					
1	1,22	2,43	3,41	2,11	0,40
2	1,95	2,12	3,13	1,98	0,37
3	3,41	4,43	5,48	4,18	0,60
4	2,15	2,17	3,29	1,95	0,88
5	3,06	4,02	5,21	3,81	0,81
6	2,65	3,84	5,14	3,73	0,68
Среднее	2,41	3,17	4,28	2,96	0,61
R <sub>corr</sub> средн за 2016–17 гг.					0,65

Также был проведен анализ корреляционной связи между содержанием хлорофилла в листьях (для индекса MCARI/OSAVI, учитывающего количество зеленых пигментов в единице биомассы растений, в мг/г) и вегетационным индексом NDVI (табл. 2).

Чения полученных коэффициентов корреляции объясняются тем, что максимальная концентрация хлорофилла у озимой пшеницы имеет место в начальные периоды роста и развития, а далее происходит уменьшение

**Таблица 2**

Содержание хлорофилла (по индексу MCARI/OSAVI) в листьях озимой пшеницы (мг/г) и их коэффициенты корреляции с NDVI

№ поля	Фазы развития				R <sub>corr</sub>
	кущение	трубкование	колошение	налив зерна	
2016 г.					
1	4,62	3,02	1,32	0,80	-0,87
2	4,07	2,11	0,87	0,79	-0,91
3	4,65	2,13	1,70	0,41	-0,64
4	5,12	2,39	2,31	0,56	-0,63
5	4,63	2,28	1,58	1,22	-0,90
6	5,08	2,03	1,89	0,78	-0,91
Среднее	4,70	2,33	1,61	0,76	-0,85
2017 г.					
1	3,63	1,69	2,29	1,91	-0,78
2	3,39	1,68	2,32	2,06	-0,87
3	3,83	1,69	2,18	1,59	-0,69
4	4,15	1,24	2,84	1,54	-0,61
5	3,02	1,78	2,29	1,36	-0,82
6	3,09	1,49	1,78	0,82	-0,93
Среднее	3,52	1,60	2,28	1,55	-0,82
R <sub>corr</sub> средн за 2016–17 гг.					-0,84

Коэффициенты корреляции в среднем по полям составили 0,85 (2016 г.) и 0,82 (2017 г.). То есть имеет место высокая степень взаимосвязи между относительным содержанием хлорофилла в единице биомассы растений озимой пшеницы и вегетационным индексом NDVI. Отрицательные зна-

количества зеленых пигментов в единице биомассы при одновременном росте NDVI.

Следующим этапом исследования было изучение связи урожайности озимой пшеницы с хлорофилловым фотосинтетическим потенциалом ХФСП и вегетационным фотосинтетическим потенциалом ВФСП (табл. 3).

ХФСП рассчитывался по формуле [6]:

$$XФСП = \sum_{i=1}^n \frac{Chl_i M_i + Chl_{i+1} M_{i+1}}{2} (d_{i+1} - d_i),$$

где *ChL* – относительное содержание хлорофилла в растениях; *M* – биомасса на 1 м<sup>2</sup> посева; *d* – дата отбора; *i* – порядковый номер отбора.

ВФСП рассчитывался по формуле

$$ВФСП = \sum_{i=1}^n \frac{NDVI_i K_{mni} + NDVI_{i+1} K_{mni+1}}{2} (d_{i+1} - d_i),$$

где *NDVI* – вегетационный индекс посева; *K<sub>mn</sub>* – коэффициент поверхностной плотности посева (рассчитывается как отношение биомассы посева к 5000); *d* – дата отбора; *i* – порядковый номер отбора.

Таблица 3

Урожаи зерна по полям, фотопотенциалы посевов и коэффициенты корреляции

№ поля	Урожай, т/га	ХФСП, г/м <sup>2</sup> , сутки	ВФСП, NDVI, сутки
2016 г.			
1	4,98	50,9	19,2
2	5,47	25,6	14,7
3	5,92	89,4	37,8
4	4,88	38,7	10,1
5	6,46	87,8	32,9
6	6,12	92,3	35,7
Среднее по полям	5,64	64,1	25,1
R <sub>согг</sub> с урожаем зерна		0,80	0,85
2017 г.			
1	4,23	40,1	18,7
2	4,89	19,3	28,6
3	5,32	73,2	29,8
4	4,18	24,8	12,3
5	6,23	65,6	37,6
6	5,35	88,0	40,5
Среднее по полям	5,03	51,8	27,9
R <sub>согг</sub> с урожаем зерна		0,66	0,88

На заключительном этапе проводились расчеты с использованием предлагаемого в исследовании [7] вегетационного индекса фотосинтетического потенциала ВИФП. Этот показатель рассчитывается с использованием только данных дистанционного зондирования земли, то есть данных, которые могут быть получены из Веб-ГИС систем. При выводе формулы расчета ВИФП использовались следующие факты:

1. Поглощение в красной области спектра электромагнитных волн у растений обусловлено наличием в них зеленых пигментов.

2. Отражение в ближней инфракрасной области спектра связано с площадью фотосинтезирующей поверхности посева.

3. Площадь ассимиляционной поверхности пропорциональна общей биомассе растений.

При замене величины относительного содержания хлорофилла на коэффициент поглощения в красной области спектра в формуле расчета ХФСП, а биомассы – на коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра получается расчетная формула для ВИФП:

$$ВИФП = \sum_{i=1}^n \frac{(1 - RED_i)NIR_i + (1 - RED_{i+1})NIR_{i+1}}{2} (d_{i+1} - d_i),$$

где  $RED$  – отражение посева в красной области спектра;  $NIR$  – отражение спектра в ближней инфракрасной области;  $d$  – дата измерений;  $i$  – порядковый номер измерений.

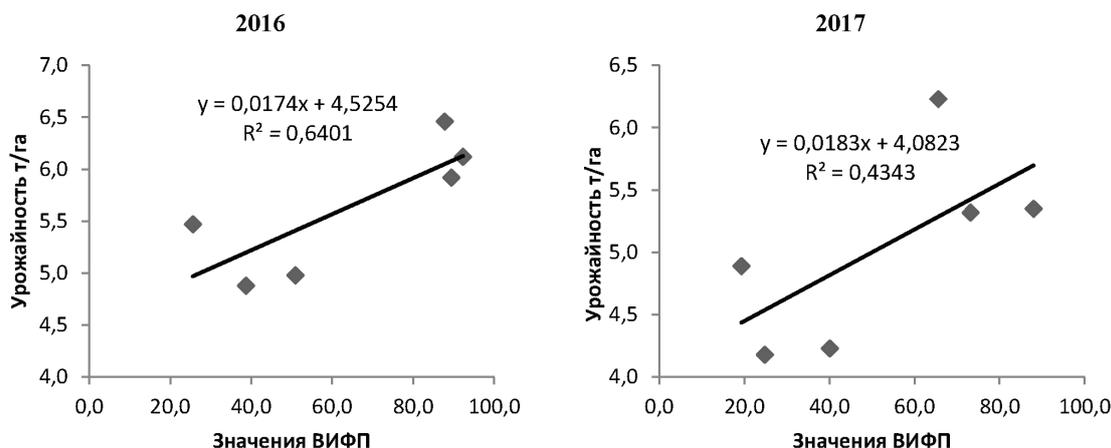


Рис. 2. Зависимости (линейная регрессия) урожайности озимой пшеницы от вегетационного индекса фотосинтетического потенциала ВИФП

На рис. 2 показаны зависимости (линейная регрессия) величины урожая от ВИФП-индекса.

### Заключение

Полученные результаты показывают определенное преимущество вегетационного индекса фотосинтетического потенциала ВИФП при расчетах урожайности озимой пшеницы, заключающееся в том, что эти расчеты могут быть выполнены в короткие сроки с использованием только данных дистанционного зондирования. При этом не требуется выполнять какие-либо измерения непосредственно на земле. Эти обстоятельства упрощают процедуру расчетов. Однако, судя по полученным в нашем исследовании результатам, наилучшая корреляционная связь имеет место в случае использования показателя ВФСР, при этом необходимо предварительно вычислять значение коэффициента поверхностной плотности посева  $K_{\text{плп}}$  для конкретного поля. То есть необходимо выполнять измерения на земле.

Также необходимо отметить, что полученные в исследовании результаты в части

расчета урожайности, не учитывают и не могут учитывать негативное влияние неблагоприятных погодных условий, которые как нигде сказываются в сельском хозяйстве.

### Список литературы

1. Веб-ГИС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/services/gis/web/> (дата обращения: 02.08.2017).
2. Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» / В.А. Толпин [и др.] // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27, № 7 (306). – С.581–586.
3. Группировка PlanetScope – космический помощник фермеров. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/press-center/news/market/3203/> (дата обращения: 02.08.2017).
4. Космическая съемка. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.scanex.ru/data/satellites/> (дата обращения: 02.08.2017).
5. Регрессионные модели оценки урожайности сельскохозяйственных культур по данным MODIS / Н.Н. Кузусул [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9, № 1. – С. 95–107.
6. Ерошенко Ф.В., Дуденко Н.В. Оценка продуктивности фотосинтеза растений // Уральский научный вестник. – 2016. – Т. 5, № 2. – С. 108–120.
7. Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Шестакова Е.О. Данные дистанционного зондирования и фотосинтетическая продуктивность посевов озимой пшеницы // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 4(24). – С. 157–162.

УДК 633.11:632.1:577.21:579.23(574)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛИНИЙ РЕГЕНЕРАНТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА****Турганбаева А.К., Какимжанова А.А., Шек Г.О., Жаныбекова Ж.Т.***РГП «Национальный центр биотехнологии» КН МОН РК, Астана, e-mail: lbps@biocenter.kz*

В статье представлены результаты испытания линий регенерантов яровой мягкой пшеницы в контрольном и предварительном сортоиспытании на полях НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева в Северном Казахстане. В условиях вегетации по продолжительности вегетационного периода испытываемые линии пшеницы созревали на 1–4 дня позже, чем Акмола 2. По засухоустойчивости все линии яровой мягкой пшеницы были на уровне стандарта, кроме 4 линий. По устойчивости к полеганию линия 80/95 с 0,3% NaCl № 5 превысила стандарт Акмола 2. По урожайности в предварительном сортоиспытании превысили стандарт Акмола 2 на 0,9–6,9 ц/га следующие линии яровой мягкой пшеницы: 99/03 с 0,4% NaCl № 2–1–1, 504/01 с 0,4% NaCl № 1–2–1, 467/97 с 4,3% ПЭГ № 5–1, Акмолинская нива с 70% F.g. № 3–1, 8/03 с MC № 4–2 и 80/95 с 0,3% NaCl № 5.

**Ключевые слова:** яровая мягкая пшеница, растение-регенерант, засухоустойчивость, линия, селекция

**RESULTS OF TESTING OF REGENERANT LINES OF SPRING SOFT WHEAT IN THE NORTH KAZAKHSTAN****Turganbayeva A.K., Kakimzhanova A.A., Shek G.O., Zhanybekova Z.T.***National center for biotechnology, Astana, e-mail: lbps@biocenter.kz*

The article presents results of testing of regenerated lines of spring soft wheat in the control and the preliminary variety testing in the fields of SPC by the name of A.I. Barayev, in the Northern Kazakhstan. During conditions of the growing season, duration of the vegetation period for ripening was 1–4 days longer for the tested lines compared to the standard variety Akmola 2. By resistance to drought all lines of spring wheat conformed to standard, except for the 4-th line. By lodging resistance, line 80/95 with 0,3% NaCl № 5 exceeded Akmola 2 standard. By the yields in the preliminary variety testing, several lines exceeded Akmola 2 standard by 0,9–6,9 cent/ha, namely the lines 99/03 with 0,4% NaCl № 2–1–1, 504/01 with a 0,4% NaCl № 1–2–1, 467/97 with 4.3% PEG № 5–1, Akmola niva with 70% of F.g. № 3–1, 8/03 MS № 4–2 and 80/95 with 0,3% NaCl № 5.

**Keywords:** spring soft wheat, regenerated plants, drought resistance, line, selection

Засуха – одна из основных причин снижения урожайности растений [1]. Поэтому повышение засухоустойчивости – основной резерв для удовлетворения потребностей растущего населения земного шара в продуктах питания [2]. С увеличением глобального изменения климата эта ситуация становится все более серьезной. На сегодняшний день продолжительное развитие сельского хозяйства и производство продуктов питания требуют устойчивых к стрессу растений, которые способны преодолевать условия водного дефицита и расти в них. Физиологические и биохимические изменения в растениях в стрессовых условиях связаны с изменением экспрессии генов. С помощью различных генетических и биохимических подходов были сделаны попытки изучить ключевые гены, ответственные за засухоустойчивость [3]. Отбор засухоустойчивых сортов ведется по урожайности растений в условиях засухи [4]. Этот подход требует многолетних испытаний, поскольку во многих регионах засуха нерегулярна. Проблема состоит в том, что селекционный процесс требует отбраковки растений по результатам одного года испытаний. Использование физиологических признаков, наряду с селекцией по урожайности может позволить

вести отбор в отсутствие засухи. Поэтому проводятся многочисленные исследования возможности отбора засухоустойчивых растений по физиологическим признакам [5, 6, 7].

Наиболее значимыми факторами, лимитирующими уровень сельскохозяйственной продукции в Казахстане, являются засушливый аридный климат и развивающееся засоление и опустынивание важных для сельского хозяйства земель. Придание признака устойчивости к абиотическим факторам за сравнительно короткий период сельскохозяйственным культурам является крайне актуальным для Казахстана. Северный Казахстан является основным производителем яровой мягкой пшеницы, на 80% посевных площадей зернового клина возделывается эта культура. Урожайность составляет от 5 до 30 ц/га в зависимости от климатических условий и возделываемых сортов. Климат Северного Казахстана отличается контрастностью и засушливостью, среднегодовое количество осадков составляет 240–360 мм в год, перепады температур достигают 20°C от отрицательных до положительных значений.

Получение стабильного урожая пшеницы возможно только при наличии

засухоустойчивых сортов, максимально использующих накопление влаги в зимний период и осадки в летний период [8]. Создание новых сортов сельскохозяйственных культур с повышенной толерантностью к засухе, засолению, болезням и вредителям, которые могут давать стабильные урожаи при наименьшем водопотреблении [9]. Для создания таких сортов следует использовать не только методы классической селекции, но и новые методы биотехнологии. Преимущества биотехнологических методов очевидны: они близки к естественному отбору для растений в экстремальных условиях и выявлению адаптационных возможностей имеющихся сортов и гибридов.

Целью исследования является выявление наиболее перспективных линий регенерантов яровой мягкой пшеницы для дальнейшей испытания.

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования являлись перспективные линии регенерантов и районированные сорта яровой мягкой пшеницы. Данные линии были получены при использовании различных схем селекции *in vitro* на устойчивость к различным абиотическим и биотическим стрессам, в лаборатории селекции и биотехнологии растений «Национальный центр биотехнологии». Эти линии размножались и испытывались в селекционных питомниках «Научно-производственного центра зернового хозяйства» им. А.И. Бараева по полной схеме селекционного процесса.

Во всех селекционных питомниках сравнение проводилось с районированными сортами: Астана (среднеранний тип созревания), Акмола 2 (среднеспелый тип созревания), Целинная Юбилейная (среднепоздний тип созревания).

Испытание и изучение исходного материала яровой мягкой пшеницы в селекционных питомниках проводилось на полях, с внесением аммофоса  $P_{60} - P_{80}$  кг/га, на стерневом фоне с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на гектар.

Питомник предварительного сортоиспытания (ПСИ) закладывался в двух-трех-кратной повторности, делянками площадью 5–24 кв. м.

### Результаты исследования и их обсуждение

На начальных этапах развития растений яровой мягкой пшеницы сложились благоприятные условия для роста и развития растений, вызванные обильными осадками в мае – июне месяцах, что благоприятствовало хорошему кущению и мощному росту растений пшеницы. Во второй половине лета наблюдалась поздне-летняя засуха, ГТК в августе месяце составило 0,5. Лучшими по засухоустойчивости были линии 99/03 с 0,4% NaCl № 2–1–1, 504/01 с 0,4% NaCl № 1–2–1, 467/97 с 4,3% ПЭГ № 5–1, Акмолинская нива с 70% F.g. № 3–1, 8/03 с MC № 4–1, 80/95 с 0,3% NaCl № 5.

В Северном Казахстане продолжительность вегетационного периода составляет около 90–100 дней, а в зависимости от условий выращивания яровой пшеницы максимальные отклонения варьируются в пределах  $\pm 10$  дней. Более перспективными считаются сорта с длительным периодом от всходов до колошения (50–60 дней) и коротким периодом от колошения до созревания (30–35 дней). Эти сорта наиболее приспособлены к местным условиям, так как они меньше подвергаются воздействию майско-июньской засухи и лучше используют осадки второй половины лета.

Среднеранний стандартный сорт Астана созрел за 98 дней. Среднеспелый сорт Акмола 2 – за 100 дней, а среднепоздний сорт Целинная юбилейная – за 103 дня (табл. 1). У сорта Астана межфазный период "всходы – колошение" составил 48 дней, а период "колошение – созревание" – 50 дней.

Две линии 337/92–1 с 30% ПЭГ № 27; 118/95–1 с 0,3% NaCl № 1 созрели на один день позже стандартного сорта Астана, при этом длительность вегетативного периода составила у обеих линий 49 дней, а длительность второго периода была 50 дней.

По нашему мнению, наибольший интерес представляют образцы с длительным периодом "всходы – колошение" и коротким периодом "колошение – созревание". К таким образцам относится линия 55/03 с 2% маннит № 10, у которой вегетативный период равнялся 52 дням, а второй период составил 48 дней.

В табл. 2 приведена характеристика линий регенерантов яровой мягкой пшеницы, которые испытывались в ПСИ. Испытывалось 10 линий регенерантов яровой мягкой пшеницы в ПСИ. По урожайности превысили стандарт Акмола 2 на 0,9–6,9 ц/га следующие линии яровой мягкой пшеницы 99/03 с 0,4% NaCl № 2–1–1, 504/01 с 0,4% NaCl № 1–2–1, 467/97 с 4,3% ПЭГ № 5–1, Акмолинская нива с 70% F.g. № 3–1, 8/03 с MC № 4–2 и 80/95 с 0,3% NaCl № 5.

В табл. 3 по устойчивости к засухе выделились 6 линий регенерантов яровой мягкой пшеницы: 99/03 с 0,4% NaCl № 2–1–1, 504/01 с 0,4% NaCl № 1–2–1, 467/97 с 4,3% ПЭГ № 5–1, Акмолинская нива с 70% F.g. № 3–1, 8/03 с MC № 4–2, 80/95 с 0,3% NaCl № 5, которые были на уровне стандарта Акмола 2.

Устойчивость к полеганию – один из основных факторов, оказывающих влияние на урожай пшеницы. В ПСИ по устойчивости к полеганию выделились две линии регенерантов яровой мягкой пшеницы, которые имели оценку полегаемости на уровне стандарта, и только одна линия пшеницы 80/95 с 0,3% NaCl № 5 превысила стандарт Акмола 2.

Таблица 1

## Основные межфазные периоды вегетации растений

Линии пшеницы	Всходы- кущение, сутки	Всходы- колошение, сутки	Колошение-со- зревание, сутки	Всходы- созревание, сутки
Астана	11	48	50	98
Акмола 2	12	48	52	100
Целинная юбилейная	12	51	52	103
337/92-1 с 30% ПЭГ № 27	11	50	49	99
118/95-1 с 0,3% NaCl № 1	12	50	49	99
92/82-4 с 2% маннит № 3-1	11	50	51	101
118/94-1 с 10% А.а. № 1-18-2-7	11	50	51	101
55/03 с 2% маннит № 3	12	52	49	101
118/94-1 с 3% А.а. № 1-17-1-2	11	50	51	101
285/94-1 с 3% ПЭГ № 4 -1	10	50	51	101
26/97 с 5% А.а. № 6-2	10	51	50	101
18 с 30% Dtr № 2-16	10	50	51	101
Triticum spelta/Целинная 21 № 1	10	51	50	101
Диас 2 с 5% В.с. № 1	10	50	51	101
80/95 с 0,3% NaCl № 5	10	51	50	101

Таблица 2

## Характеристика лучших линий регенерантов пшеницы (ПСИ)

Название линии	Всходы- кущение, сутки	Всходы- колоше- ние, сутки	Коло- шение- созре- вание, сутки	Всходы- созрева- ние, сутки	Урожай- ность, ц/га
1	2	3	4	5	6
Акмола 2, стандарт	12	45	48	100	28,7
99/03 с 0,4% NaCl № 2-1-1	10	51	51	102	30,6
504/01 с 0,4% NaCl № 1-2-1	10	50	51	101	33,1
467/97 с 4,3% ПЭГ № 5-1	10	51	50	101	31,8
275/94-3 с 2%→5% ПЭГ № 1-4	10	51	52	103	25,6
Акмолинская нива с 70% F.g. № 3-1	10	50	51	101	32,5
Mentagmeime с 20% S.n. № 5	10	52	52	104	28,1
8/03 с MC № 4-2	10	51	50	101	35,6
Диас 2 с 5% В.с. № 1	10	50	51	101	27,5
T/spelta/ Пиротрикс 28 № 11	10	52	52	104	28,1
80/95 с 0,3% NaCl № 5	10	51	50	101	30,6

Таблица 3

Оценка устойчивости линий регенерантов яровой мягкой пшеницы (ПСИ)

Название линии	Устойчивость к засухе, балл	Устойчивость к полеганию, балл
Акмола 2, стандарт	5	7
99/03 с 0,4% NaCl № 2-1-1	5	5
504/01 с 0,4% NaCl № 1-2-1	5	5
467/97 с 4,3% ПЭГ № 5-1	5	7
275/94-3 с 2%→5% ПЭГ № 1-4	4	5
Акмолинская нива с 70% F.g. № 3-1	5	5
Mentagmeneime с 20% S.n. № 5	4	5
8/03 с MC № 4-2	5	5
Диас 2 с 5% B.s. № 1	4	7
T/spelta/ Пиротрикс 28 № 11	4	5
80/95 с 0,3% NaCl № 5	5	9

### Заключение

В результате наших исследований были испытаны линии регенерантов яровой мягкой пшеницы в предварительном сортоиспытании.

По продолжительности вегетационного периода испытываемые линии яровой мягкой пшеницы созревали на 1-4 дня позже, чем Акмола 2. По засухоустойчивости все линии яровой мягкой пшеницы были на уровне стандарта, кроме 4-х линий. По устойчивости к полеганию линия пшеницы 80/95 с 0,3% NaCl № 5 превысила стандарт Акмола 2. На уровне со стандартом по устойчивости к полеганию были линии пшеницы 467/97 с 4,3% ПЭГ № 5-1, Диас 2 с 5% B.s. № 1.

### Список литературы

1. Chaves M.M., Oliveira M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture // *J. Exp. Bot.* – 2004. Vol. 55, № 5. – P. 2365–2384.

2. Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world // *Science.* – 2010. – Vol. 327. – P. 818–822.

3. Wei B., Jing R., Wang Ch., Chen J., Mao X., Chang X., Jia J. Dreb1 genes in wheat (*Triticum aestivum* L.): development of functional markers and gene mapping based on SNPs // *J. Plant Growth Regul.* – 2009. – P. 13–22.

4. Quarrie S.A., Stojanovic J., Pekic S. Improving drought resistance in small-grained cereals: a case study, progress and prospects // *J. Plant Growth Regul.* – 1999. Vol. 29. – P.1–21.

5. Lee E.A., Tollenaar M. Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield // *Crop Sci.* – 2007. – Vol. 47, № 3. – P. 202–215.

6. Reynolds M., Dreccer F., Trethowan R. Drought adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces // *J. Exp. Bot.* – 2007. Vol. 58. – P. 177–186.

7. Tardieu F. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress // *Comp. Rend. Geosci.* – 2005. – Vol. 337. – P. 57–67.

8. Кузьмин В.П. Селекция и семеноводство зерновых культур в Целинном крае Казахстана. – М.: Колос, 1965. – 197 с.

9. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). – Кисинев, 1980. – 587 с.

УДК 615.3:581.5:577

**ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ ТРАВЫ МАРЬЯННИКА  
СЕРЕБРИСТОПРИЦВЕТНИКОВОГО  
(MELAMPYRUM ARGYROCOMUM FISCH.EX LEBED)****Бубенчиков Р.А., Шкабунова М.С.***ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет», Курск,  
e-mail: bubenikhova.ksmu@yandex.ru*

В качестве объекта исследования представлена трава марьянника серебристоприцветникового (*Melampyrum argyrocomum* Fisch.ex Lebed) семейства норичниковые (Scrophulariaceae), произрастающая в средней полосе Европейской части России. Растения рода марьянник широко применяются в народной медицине ряда стран. Однако химический состав марьянника серебристоприцветникового практически не изучен. Целью исследования явилось изучение полисахаридов травы марьянника серебристоприцветникового, заготовленной в Курской области в 2016 году. В результате из травы марьянника серебристоприцветникового выделены полисахаридные комплексы и установлен их моносахаридный состав; в водорастворимых полисахаридах преобладают арабиноза и галактоза, в пектиновых веществах галактуроновая кислота, в гемицеллюлозах А и Б – ксилоза; показано, что трава марьянника серебристоприцветникового может быть источником водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ.

**Ключевые слова:** марьянник серебристоприцветниковый, трава, полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлоза А, гемицеллюлоза Б

**THE STUDY OF POLYSACCHARIDES OF HERB MELAMPYRUM  
ARGYROCOMUM (MELAMPYRUM ARGYROCOMUM FISCH.EX LEBED)****Bubenchikov R.A., Shkabunova M.S.***Kursk State Medical University, Kursk, e-mail: bubenikhova.ksmu@yandex.ru*

The object of the study is the herb of the *Melampyrum argyrocomum* (*Melampyrum argyrocomum* Fisch.ex Lebed), the family of the Scrophulariaceae (Scrophulariaceae), which grows in the middle belt of the European part of Russia. Plants of the genus *melampyrum* widely used in folk medicine. However, the chemical composition of *melampyrum argyrocomum* practically not studied. The aim of the study was the study of polysaccharides of the herb of the *Melampyrum argyrocomum*, harvested in the Kursk region in 2016. As a result of herb *Melampyrum argyrocomum* selected polysaccharide complexes and set their monosaccharide composition; in water-soluble polysaccharides dominated by arabinose and galactose in pectic substances Galaktionova acid, hemicellulose A and B – xylose; it is shown that grass *Melampyrum argyrocomum* can be a source of water-soluble polysaccharides and pectin substances.

**Keywords:** *Melampyrum argyrocomum* Fisch.ex Lebed, herb, polysaccharides, pectin substances, hemicellulose A, hemicellulose B

Растения рода Марьянник (*Melampyrum argyrocomum* Fisch.ex Lebed) – однолетние или многолетние полупаразитарные травянистые растения, относящиеся к семейству норичниковые (Scrophulariaceae), и включающие в себя около 35 видов [1].

Средняя полоса Европейской части России характеризуется наличием 6 видов марьянников: марьянником полевым, марьянником дубравным, марьянником гребенчатым, марьянником лесным, марьянником серебристоприцветниковым, марьянником луговым. Среди данных видов наименее изученным является марьянник серебристоприцветниковый, близкий вид к марьяннику полемому [2].

Марьянник серебристоприцветниковый (*Melampyrum argyrocomum* Fisch.ex Lebed) – однолетнее травянистое растение, широко встречающиеся в Курской, Орловской, Белгородской, Липецкой, Воронежской, Самарской, Рязанской и Саратовской областях [2].

Растения рода Марьянник флоры средней полосы России содержат различные группы биологически активных веществ: фенольные соединения, тритерпеновые соединения, алкалоиды, углеводороды, иридоиды [3]. Однако химический состав марьянника серебристоприцветникового практически не изучен, имеются лишь данные о содержании в его надземной части иридоидов: каталпола, аукубина и ацетата аукубина [3]. При этом растения рода Марьянник широко применяются в народной медицине. В народной медицине находят применение марьянник полевой, близкий вид к марьяннику серебристоприцветниковому. Его настой применяют внутрь для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы, гипертонии, невралгии, эпилепсии, головокружений, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Марьянник полевой применяют и наружно для лечения экзем, кожной сыпи, чесотки, скрофулеза, туберкулеза кожи, ревматизма. Измельченные

семена в виде припарок обладают мягчительным действием [3,4].

В связи с вышесказанным изучение химического состава травы марьянника серебристоприцветникового является актуальным.

Цель работы – изучение полисахаридного состава травы марьянника серебристоприцветникового.

Объект исследования. В качестве объекта исследования выступила высушенная измельченная трава марьянника серебристоприцветникового, заготовленная в окрестностях г. Курска (пос. Жукова) в 2016 году.

### Материалы и методы исследования

Первоначально проводили выделение полисахаридов фракционно в соответствии с методом Н.К. Кочеткова: водорастворимый полисахаридный комплекс; пектиновый комплекс; гемицеллюлозы А и Б.

При получении водорастворимого полисахаридного комплекса вначале сырье горлохи ястребинковой экстрагировали спиртом этиловым 70% для удаления фенольных соединений. После удаления фенольных соединений полученный шрот высушивали и экстрагировали из него водорастворимый полисахаридный комплекс. Для этого к 50,0 г шрота, помещенного в колбу, приливали 1 л горячей воды очищенной, помещали колбу на кипящую водяную баню и выдерживали 1 час при постоянном помешивании для извлечения полисахаридного комплекса. Для полного извлечения полисахаридов исследуемый шрот подвергали экстрагированию еще 2 раза, при использовании соотношения: шрот-экстрагент 1:10. Растительный шрот отделяли центрифугированием, а водные извлечения были объединены и упарены до объема, составляющего 1/5 от первоначального объема. К упаренному водному извлечению проливали 3 объема спирта этилового 96% для осаждения полисахаридов и оставляли на 3 часа в условиях комнатной температуры. Образовавшийся осадок полисахаридного комплекса подвергали фильтрации и промыванию 70%, 96% спиртом этиловым, ацетоном с дальнейшим высушиванием и взвешиванием [6].

Шрот, оставшийся после выделения водорастворимого полисахаридного комплекса использовали для получения пектинового комплекса. Для чего к 50,0 г шрота приливали 1 л смеси растворов кисло-

ты шавелевой 0,5% и оксалата аммония при их соотношении – 1:1 и экстрагировали пектиновый комплекс на кипящей водяной бане 2 часа. Кислые извлечения объединяли, концентрировали под вакуумом и осаждали, используя для этой цели спирт этиловый 96% (пять объемов). Отфильтрованный осадок пектинового комплекса подвергали фильтрованию с дальнейшим промыванием 96% спиртом этиловым, высушиванием и взвешиванием [6].

Для выделения гемицеллюлоз А и Б использовали шрот марьянника серебристоприцветникового после выделения пектинового комплекса. К оставшемуся шроту приливали раствор натрия гидроксида 10%, используя соотношение 1:5 и выдерживали при комнатной температуре 12 часов. Щелочное извлечение отделяли от шрота и к извлечению приливали кислоту уксусную ледяную; наблюдали появление осадка гемицеллюлозы А, который отфильтровывали с дальнейшим высушиванием и взвешиванием [6].

Моносахаридный состав полученных полисахаридных комплексов устанавливали с использованием гидролиза кислотой серной (1 моль/л) и последующим хроматографированием на бумаге. Для хроматографии использовали системы растворителей: н.бутиловый спирт-вода-пиридин (6:3:4) и вода-этилацетат-кислота уксусная-кислота муравьиная (4:18:3:1). Для определения нейтральных моносахаридов применяли нисходящую хроматографию, для кислых – восходящую хроматографию. Хроматографирование вели параллельно с известными образцами моносахаров. Проявителем моносахаридов выступал анилинфталат. После проявления на хроматограмме наблюдали красно-коричневые пятна [7].

Количественное определение моносахаров в гидролизатах выделенных полисахаридных комплексов проводили с использованием метода денситометрии после проведения хроматографии в тонких слоях сорбента [5].

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований позволили провести выделение полисахаридных комплексов фракционно с установлением их содержания; содержание водорастворимых полисахаридных комплексов составило 9,36%, пектинового комплекса 12,20%, гемицеллюлозы А – 3,96%, гемицеллюлозы Б – 5,32% (таблица).

Характеристика полисахаридных комплексов, выделенных из травы марьянника серебристоприцветникового

Комплексы полисахаридов	Выход. % от воздушно-сухого сырья	Моносахаридный состав, % к полисахаридному комплексу						
		Арабиноза	Глюкоза	Галактоза	Ксилоза	Рамноза	Глюкуроновая кислота	Галактуроновая кислота
Водорастворимый полисахаридный комплекс	9,36	14,20	0,60	8,90	1,30	3,20		4,10
Пектиновые вещества	12,20	2,69		3,60	0,90	1,20		90,54
Гемицеллюлоза А	3,96		2,31	2,70	8,25			
Гемицеллюлоза Б	5,32		2,90	3,12	7,92			

Водорастворимый полисахаридный комплекс травы марьянника серебристоприцветникового представлен аморфным порошком, имеющим серый цвет; при растворении порошка в воде образуется опалесцирующий раствор (рН 1 % водного раствора колеблется от 5 до 6); полисахаридный комплекс легко растворяется в водных растворах щелочей и кислот и практически не растворяется в органических растворителях. Водный раствор полисахаридного комплекса осаждается спиртом этиловым, ацетоном, вступает в реакцию Фелинга после проведения кислотного гидролиза полисахаридов [5].

Пектиновые вещества травы марьянника серебристоприцветникового представлены аморфным порошком светло-коричневого цвета, который хорошо растворим в воде, при этом образуется вязкий раствор, имеющий рН 1 % водного раствора от 3 до 4. Пектиновые вещества в виде водного раствора осаждаются 1 % раствором алюминия сульфата, при этом образуются пектаты.

Гемицеллюлоза А и гемицеллюлоза Б представляют собой аморфные порошки темно-серого цвета.

Методом хроматографии на бумаге параллельно с известными образцами сахаров в гидролизате исследуемого водорастворимого полисахаридного комплекса идентифицированы глюкоза, галактоза, ксилоза, арабиноза, рамноза, а также галактуронозная кислота. Преобладающими моносахаридами среди них были арабиноза (14,20 %) и галактоза (8,90 %). В гидролизате пектинового комплекса идентифицированы галактоза, ксилоза, арабиноза, рамноза, галактуронозная кислота. В пектиновом комплексе преобладающей является галактуронозная кислота (90,54 %) (таблица). В гемицеллюлозах А и Б после проведения кислотного гидролиза обнаружили ксилозу, глюкозу, и галактозу, среди которых доминировала ксилоза

(8,25 % и 7,92 % соответственно), что свидетельствует о том, что трава марьянника серебристоприцветникового содержит гемицеллюлозы типа ксиланов.

### Выводы

Из травы марьянника серебристоприцветникового выделены полисахариды по фракциям: водорастворимый полисахаридный комплекс, пектиновый комплекс, гемицеллюлоза А и гемицеллюлоза Б.

В выделенных полисахаридных комплексах установлен их моносахаридный состав; в водорастворимом полисахаридном комплексе доминируют арабиноза и галактоза, в пектиновом комплексе галактуронозная кислота, в гемицеллюлозах А и Б – ксилоза.

Показано, что трава марьянника серебристоприцветникового может явиться источником водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ.

### Список литературы

1. Флора СССР: в 30 т. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – Т. XXII. – С. 532–554.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
3. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 4. Семейства Caprifoliaceae – Lobeliaceae / Отв. ред. А.Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 630 с.
4. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование; семейства Caprifoliaceae – Plantaginaceae. – СПб.: Наука, 1990. – С. 147–150.
5. Бубенчикова В.Н. Изучение полисахаридов травы хондриллы ситниковидной / В.Н. Бубенчикова, В.Н. Левченко, Д.С. Наседкин // Традиционная медицина. – 2015. – № 2 (41). – С. 34–36.
6. Чушенко В.Н. Исследование в области анализа полисахаридных препаратов: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – Харьков, 1980. – 16 с.
7. Степаненко Б.Н. Химия и биохимия углеводов / Полисахариды. – М., 1978. – 256 с.

УДК 546.281/261

## ВЛИЯНИЕ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ НА ГОРЕНИЕ СМЕСИ КРЕМНИЯ И САЖИ В АЗОТЕ

Барина Т.В., Игнатьева Т.И., Барин В.Ю., Ковалев И.Д., Карозина Ю.А.

ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова» РАН, Черногловка, e-mail: tbarinova@ism.ac.ru

Изучено горение смесей кремния и сажи в азоте в присутствии  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Молярное содержание сажи в смесях составляло 0,7 – 0,8. Показано, что добавки  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  активизируют процесс горения. Однако инициировать горение в смесях с содержанием сажи выше 0,8 не удалось. Продуктами горения являются композиционные порошки  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$ . Зависимость содержания SiC от давления азота в полученных порошках носит экстремальный характер. Максимальное содержание SiC составило 70 % для смеси  $\text{Si}+0,7\text{C}+0,005\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  при давлении азота 7 МПа. Установлено, что фазовый состав продуктов горения не зависит от количества введенного  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Продукт получен в виде цилиндрического блока с плотными стенками и рыхлой центральной частью. Продукт горения в центральной части представляет собой одномерные кристаллы, в том числе в виде нитей и волокон. Содержание кислорода в этой части продукта составляет менее 1 %.

**Ключевые слова:** самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), композиционные порошки, карбид кремния, одномерные кристаллы

## INFLUENCE OF $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ON COMBUSTION OF SILICON AND CARBON BLACK MIXTURES IN NITROGEN

Barinova T.V., Ignatieva T.I., Barinov V.Y., Kovalev I.D., Karozina Y.A.

Merzhanov Institute of Structural Macrokinetics and Materials Science Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, e-mail: tbarinova@ism.ac.ru

Combustion of silicon and carbon black mixtures in nitrogen was studied. It was shown that the additions of  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  intensify the combustion process. However it was impossible to initiate combustion in mixtures containing carbon black above 0.8 molar units. For this reason the content of carbon black in the mixtures was 0.7–0.8 molar units. The phase composition of the combustion products were  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$  composite and did not depend on the amount of  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . The maximum content of SiC was 70 % for a mixture of  $\text{Si}+0.7\text{C}+0.005\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  at a nitrogen pressure of 7 MPa. The product was obtained in the form of a cylindrical block with dense walls and a loose central part. The central part was one-dimensional crystals in the form of filaments and fibers. The oxygen content in this part was less than 1 % (mass).

**Keywords:** Self-propagating high-temperature synthesis (SHS), composite powders, silicon carbide, one-dimensional crystals

При горении кремния в режиме СВС в азоте в присутствии хлорного железа и оксалата аммония возможно получение нитрида кремния в виде наноразмерных кристаллов и поликристаллических волокон [1]. Было установлено, что при образовании одномерных кристаллов большую роль играет углерод, входящий в состав оксалата аммония. При этом в продуктах горения карбид кремния не обнаружен. При введении дополнительных количеств сажи в шихту углерод может прореагировать с кремнием с образованием SiC, тем более, что железо и его соединения являются очень активными катализаторами для этой реакции. Поэтому при горении кремния в азоте в присутствии сажи и хлорного железа появляется возможность получения композиционных порошков  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$  в виде ультрадисперсных и наноразмерных порошков, которые, как известно, обладают высокими эксплуатационными характеристиками и являются потенциальными материалами для высокотемпературных применений. Получить ком-

позиционные порошки  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$  с высоким содержанием карбида кремния из элементов в условиях СВС довольно сложно, поскольку реакция взаимодействия кремния и углерода имеет недостаточный тепловой эффект для обеспечения самораспространяющегося режима горения. Наиболее активно синтез SiC в режиме СВС идет при использовании тепла сильно экзотермической реакции образования  $\text{Si}_3\text{N}_4$  при горении кремния в азоте [2–5], особенно в присутствии активных добавок [6].

Цель работы: исследование влияния хлорного железа как активной добавки на горение смесей кремния и сажи в азоте.

### Материалы и методы исследования

В работе использовали Si марки КРО,  $S_{\text{уд}} = 1,6 \text{ м}^2/\text{г}$ ; сажу марки П-804Т с размером частиц от 1 до 2 мкм и  $S_{\text{уд}} = 12 \text{ м}^2/\text{г}$ ; кристаллогидрат хлорного железа  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (далее  $\text{FeCl}_3$ ). Для получения композиционных порошков с высоким содержанием SiC были составлены шихтовые смеси кремния и сажи с молярным содержанием сажи от 0,7. Смешивание шихтовых составов осуществляли в фарфоровой ступке. Наве-

ски шихты весом до 40 г насыпной плотности помещали в кварцевый стакан диаметром 35 мм и высотой до 70 мм и сжигали в сосуде постоянного давления объемом 1,4 л. Стакан располагали горизонтально, образец шихты зажигали с открытого торца раскаленной вольфрамовой проволокой через промежуточный слой порошка титана. Проведение синтеза в кварцевом стакане обеспечивает более высокое содержание карбида в продуктах реакции [6].

Рентгенофазовый анализ (РФА) проводили на дифрактометре ДРОН-3М с применением  $\text{CuK}_\alpha$  излучения. Соотношение между фазами продукта рассчитывали по методу корундовых чисел. Морфологию продуктов изучали с помощью автоэмиссионного сканирующего электронного микроскопа сверхвысокого разрешения ULTRA plus (Германия, Карл Цейс) и электронного микроскопа LEO\_1450 с встроенным рентгеновским анализатором INCA ENERGY 350 (EDS).

### Результаты исследования и их обсуждение

Инициировать горение в шихтовых смесях  $\text{Si}+0,7\text{C}$  при давлении азота до 7 МПа не удалось. Для активации процесса горения в состав смеси вводили  $\text{FeCl}_3$ .

В результате СВС все образцы продуктов были получены в виде цилиндрических блоков, состоящих из плотной краевой поверхности (толщина 3–4 мм) и рыхлой основной массы. На поверхности сгоревших образцов мог присутствовать непрореагировавший слой исходной шихты толщиной до 1 мм, что, очевидно, связано с теплопотерями в процессе синтеза из-за малого диаметра образца.

На рис. 1а и 1б представлены данные РФА центральной и краевой частей для смеси  $\text{Si} + 0,7\text{C} + 0,005 \text{FeCl}_3$  при давлении азота 6,5 МПа.

На рис. 2 (а-в) показаны данные исследования морфологии кристаллов центральной и краевой областей продукта.

В центральной части полученного продукта кристаллы большей частью имеют вид нитей и поликристаллических волокон. Также присутствуют кристаллы неправильной округлой формы с сечением порядка 100 нм, собранных в рыхлые образования шаровидной формы (рис. 2а). На рис. 2б представлены волокна при большем увеличении. Видно, что волокна составлены из более мелких кристаллов вытянутой формы. Характерной формой кристаллов плотной краевой области являются палочкообразные кристаллы с близкими размерами – длиной до 3 мкм и сечением 160 нм (рис. 2в), а также шаровидные образования кристаллов округлой формы диаметром менее 100 нм.

При горении смеси  $\text{Si}+0,7\text{C}+0,005\text{FeCl}_3$  ( $P(\text{N}_2)=6,5$  МПа) в виде насыпки в кварцевой лодочке продукт получен в виде плотного спека, что связано с увеличением скорости фильтрации азота, приводящим к увеличению  $T_r$  и прохождению синтеза в более жестких условиях, чем в стакане. Как и при горении в стакане, в центральной части образца продукт состоит только из двух фаз  $\text{SiC}$  и  $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$  образующихся примерно в равных количествах. Микроструктура продукта представлена двумя типами кристаллов, образующих спеченные конгломераты, – кристаллы округлой формы с размерами 1 мкм и типичные кристаллы  $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$  с размерами 10 и более мкм.

На рис. 3 представлены зависимости состава продуктов горения смеси  $\text{Si}+0,7\text{C}+0,005\text{FeCl}_3$  от давления азота ( $P_{\text{N}_2}$ ).

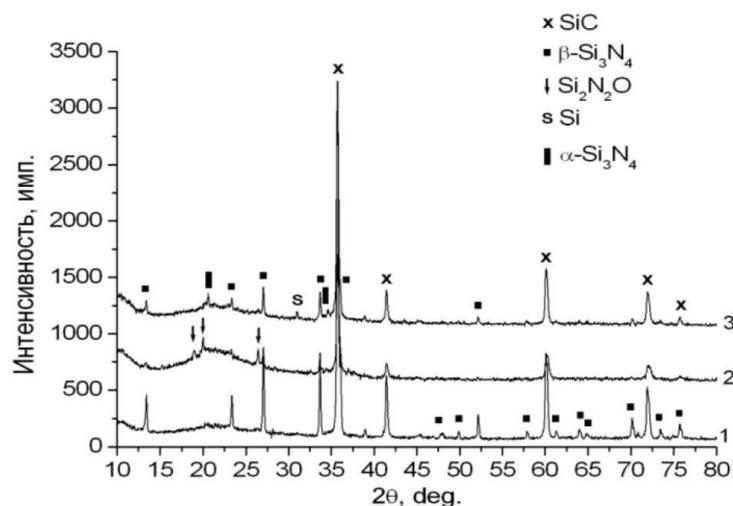


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов горения смеси  $\text{Si}+0,7\text{C}+0,005 \text{FeCl}_3$  (1 – центр, 2 – край) и смеси  $\text{Si}+0,8\text{C}+0,005 \text{FeCl}_3$  (3)

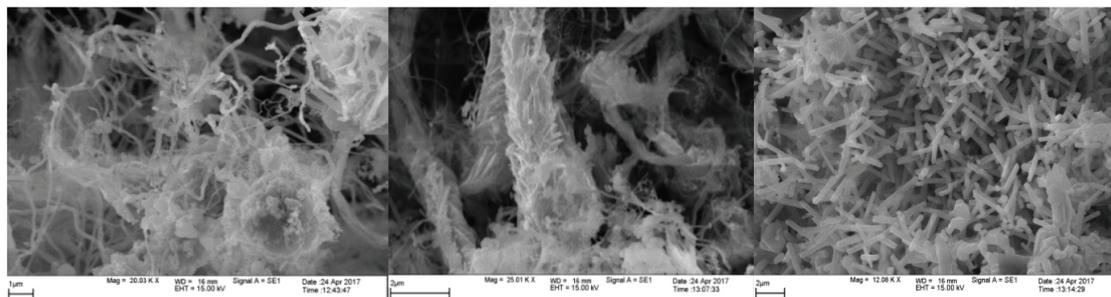


Рис. 2. Структура продуктов горения смеси  $Si+0,7C+0,005 FeCl_3$ :  
а, б – центральная часть, в – краевая область

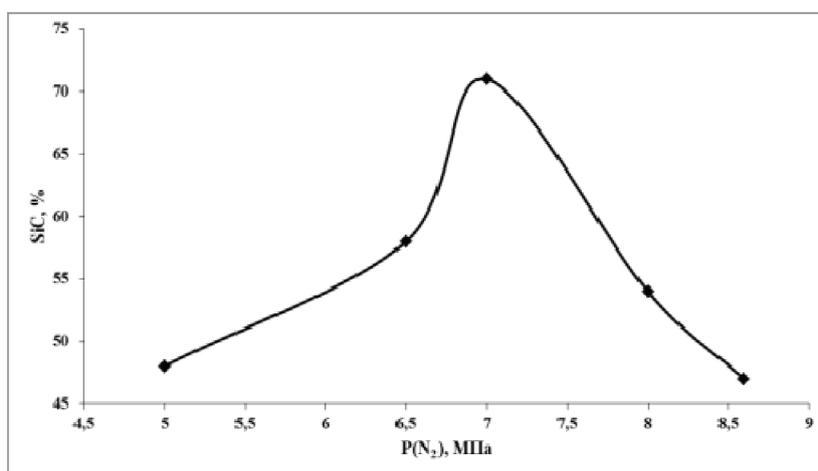


Рис. 3. Зависимость содержания SiC от давления азота для смеси  $Si+0,7C+0,005FeCl_3$ .

Из рисунка видно, что оптимальное давление азота для получения максимального содержания в продукте SiC, равное 70%, составляет 7 МПа. Инициировать горение в смесях при давлении азота менее 5 МПа не удалось.

При горении смесей  $Si+0,8C+0,005FeCl_3$  максимальное содержание SiC составило 65% при давлении азота 6,5 МПа. Очевидно, в составе продуктов горения остался свободный углерод. Данные РФА представлены на рис. 1(3). В смесях с содержанием сажи выше 0,8 инициировать горение не удалось.

Увеличение содержания добавок хлорного железа практически не сказалось на фазовом составе продуктов горения.

В таблице представлены данные химического анализа и содержание фаз продуктов горения шихтового состава  $Si+0,7C+0,005FeCl_3$  ( $P(N_2)=6,5$  МПа). Продукт горения в центральной части отличается низким содержанием кислорода, что может быть связано как с его выгоранием в виде CO и CO<sub>2</sub>, так и удалением кислородсодержащих газов из более горячей центральной области в более холодные слои у стенок стакана. Содержание SiC в продукте горения не соответствует расчетному составу, что можно объяснить как выгоранием части углерода, так и, возможно, оставшимся в продукте свободным углеродом.

Данные химического анализа

Образец №	Фазы, РФА (%)	Элемент, мас. %				
		Si(своб)	N	C (общ)	O	Fe
1 (центр)	$\beta-Si_3N_4$ (42%); SiC (58%);	0,17	18,3	19,6	0,68	
2 (край)	$\beta-Si_3N_4$ (19%); SiC (57%); $Si_2N_2O$ (23%) Si (1%)	0,75	14,6	19,4	4,2	0,67

**Выводы**

Показано, что добавки  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  активизируют горение в азоте смесей кремния и сажи с мольным содержанием сажи 0,7 – 0,8. Инициировать горение с большим содержанием сажи в выбранных условиях не удалось. Получены композиционные порошки  $\text{Si}_3\text{N}_4 - \text{SiC}$  с содержанием SiC до 70%. Определена зависимость состава продуктов горения от давления азота. Полученные порошки в центральной части блока продукта состоят в основном из одномерных кристаллов, в том числе нитей и поликристаллических волокон. В краевой области характерной формой кристаллов являются палочкообразные кристаллы длиной порядка 3 мкм и толщиной до 160 нм и шарообразные образования, состоящие из кристаллов округлой формы до 100 нм в диаметре.

---

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 16-03-00360*

**Список литературы**

1. Barinova T.V., Borovinskaya I.P., Ignateva T.I., Barinov Y.N., Shchukin A.S. Polycrystalline Silicon Nitride Fibers by Combustion Synthesis. //Int. J. Self-Prop. High-Temp. Synth. – 2016. – V. 25, №.4. – P. 224–228.
2. Чухломина Л.Н. Химически и термически сопряженный синтез композиций на основе нитрида кремния с использованием ферросилиция // Стекло и керамика. – 2009. – № 8. – С. 8 – 10.
3. Agrafiotis Ch.C., Lis J., Puszynski J.A., Hlavacek V. Combustion synthesis of silicon nitride – silicon carbide composites // J. Amer. Ceram. Soc. – 1990. – V. 73. № 11. – P. 3214–3517.
4. Kata D., Pumpuch R. Combustion synthesis of multiphase powders in the Si-C-N system. //Solid State Ionics. – 1997. V.101–103. – P. 65–70.
5. Barinova T.V., Borovinskaya I.P. Combustion of Silicon Powders Containing Organic Additives in Nitrogen Gas under Pressure: 2. Composition of CombustionProducts // Int. J. SHS. – 2009. V. 18. № 1. – P. 30–33.
6. Хачатрян Г.Л., Арутюнян А.Б., Харатян С.Л. Активированное горение смеси "кремний-углерод" в азоте и СВС композиционных керамических порошков  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$  и карбида кремния // Физика горения и взрыва. – 2006. – Т. 42., № 5. – С. 56–62.

УДК 546.27/.171.1

**ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОРОШКОВ  $Si_3N_4$  ИЗ ПРОДУКТОВ СВС. ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА НА МОРФОЛОГИЮ И РАЗМЕР ЧАСТИЦ**

**Игнатьева Т.И., Барина Т.В., Семенова В.Н., Барин В.Ю.**

*ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова» РАН, Черноголовка, e-mail: itian@ism.ac.ru*

Установлено образование наноразмерных частиц нитрида кремния при горении кремния в азоте и характерных для этого класса веществ явлений самоорганизации, самосборки и др. Исследовалось влияние выщелачивания нитрида кремния из спеков, получаемых методом СВС, на изменение морфологии и размера частиц. Установлено, что выделяемые порошки  $Si_3N_4$  имеют структуру вторичных сферических частиц, составленных из первичных ультра- или наноразмерных частиц. Методом химического диспергирования проведено разделение исследуемых порошков  $Si_3N_4$  на фракции, различающиеся размером и микроструктурой частиц. Ультрадисперсные частицы легкой фракции формируются в виде однородных стержней. Мелкокристаллическая фракция образована полыми кристаллами, собранными в глобулы. Микроструктурным анализом было установлено, что стенки кристаллов составлены из наноразмерных частиц  $Si_3N_4$ . Методом СВС в присутствии  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  и последующем выщелачивании получен ультрадисперсный однородный по структуре порошок  $\beta-Si_3N_4$ .

**Ключевые слова:** самораспространяющийся высокотемпературный синтез, нитрид кремния, нанодисперсные порошки, химическое диспергирование

**LEACHING OF  $Si_3N_4$  POWDERS FROM SHS PRODUCTS. EFFECT OF THE PROCESS ON MORPHOLOGY AND PARTICLE SIZE**

**Ignatieva T.I., Barinova T.V., Semenova V.N., Barinov V.Y.**

*Merzhanov Institute of Structural Macrokinetics and Materials Science Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, e-mail: itian@ism.ac.ru*

The formation of nanosized silicon nitride particles upon the combustion of silicon in nitrogen and other phenomena typical of substances of this class, such as self-organization and self-assembly, are observed. The effect of leaching of silicon nitride from the sample obtained by the SHS method on the morphology and size of particles was studied. It was established that released  $Si_3N_4$  powders had a structure of secondary spherical particles, composed of primary ultra- or nanosized particles. The method of chemical dispersion was used to separate the  $Si_3N_4$  powders into fractions that differ in the size and microstructure of the particles. Ultrafine particles of light fraction are formed in the form of homogeneous rods. The fine-crystalline fraction is formed by hollow crystals, assembled into globules. Microstructural analysis revealed that the walls of the crystals are composed of nanosized  $Si_3N_4$  particles. Ultra-dispersed homogeneous  $\beta-Si_3N_4$  powder was obtained by the SHS method in the presence of  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  and subsequent leaching.

**Keywords:** self-propagation high-temperature synthesis, silicon nitride, nanopowders, chemical dispersion

Важными характеристиками керамических порошков на основе нитрида кремния являются факторы, определяющие активность к спеканию: размер и форма частиц, степень их агломерации, плотность упаковки исходных продуктов. Свойства керамики на основе  $Si_3N_4$  могут быть улучшены микроструктурой и морфологией зерен, что включает их диаметр, соотношение сторон, распределение зерен по размеру [1, 2], а также химией вторичной фазы, ее составом, количеством, кристаллизацией [3–5]. Обычно продукты самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) представляют собой спеки, содержащие примеси свободного кремния, углерода и кислорода. Для получения порошков требуется их дальнейшая переработка. Это можно осуществить либо механическим измельчением, что приводит к еще большему загрязнению, либо химической обработкой.

При химико-термической обработке измельченного спека СВС-продукта соответствующими растворами происходит удаление примесей, растворение дефектных слоев на границе кристаллитов. В результате этого спек распадается на монокристаллические частицы, размеры которых могут соответствовать размерам первичных кристаллитов, сформировавшихся во фронте горения в процессе СВС, и не превышать 100–200 нм. Кроме разрушения агломератов, происходит также равномерное уменьшение объема частиц синтезированного соединения в результате их частичного растворения. При этом сами первичные кристаллиты сохраняют химический состав.

Ранее нами было показано, что химико-термическая обработка продуктов СВС в различных средах (химическое диспергирование) позволяет получить однородное распределение ультрадисперсных и наноразмерных частиц [6, 7].

Цель проводимого исследования – синтез по технологии СВС порошков нитрида кремния и выщелачивание их в условиях, при которых возможно получение порошков с наименьшим размером частиц.

**Эксперимент.** Образующиеся в процессе СВС спеки механически измельчали, а затем проводили последовательное химическое выщелачивание порошков нитрида кремния водными растворами КОН разной концентрации, а также растворами соляной кислоты.

Микроструктуру очищенных продуктов исследовали на электронном микроскопе LEO-1450 с встроенным рентгеновским анализатором INCA ENERGY 350 (EDS). Химический анализ на содержание основных (Si, N, O) и примесных элементов проводили по разработанным методикам анализа тугоплавких соединений.

**Результаты и обсуждение.** Микроструктурный анализ измельченных спеков показал, что порошки состояли из плотных агломератов, покрытых пленкой свободного кремния. Спеченные продукты, выделяемые в результате выщелачивания, распались на отдельные фракции, различающиеся цветом (темные и светлые), микроструктурой, размером частиц. Были выделены два типа фракций: темная мелкокристаллическая и светлая хлопьевидная. Основное различие химического состава фракций состояло в содержании свободного кремния, не удаленного в процессе синтеза и щелочной обработки продукта. В темной фракции содержалось 10–20% свободного кремния, который, покрывая тонкой пленкой кристаллы  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , придавал им темный вид. Для удале-

ния свободного кремния из темной фракции применялась длительная обработка порошка концентрированным (до 40% концентрации) раствором КОН. При этом микроструктура порошка не изменилась. Содержание свободного кремния уменьшилось до 1,3% (масс.) вместо 10–20% (масс.).

Светлая фракция содержала не более 1% свободного кремния. Рентгенофазовым и химическим анализом было установлено, что при диспергировании 5%-м раствором КОН светлая хлопьевидная фракция полностью очищается от свободного кремния.

Полнота протекания реакции СВС и, соответственно, количество светлой и темной фракций зависели от условий синтеза.

В качестве примера приведены условия синтеза, химический анализ измельченных спеков СВС (табл. 1) и выделенных химическим диспергированием в кислых и щелочных растворах порошков  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (табл. 2).

Основу темной фракции порошка Оп.1 составляли наноразмерные частицы  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , представляющие собой ультрадисперсные стержни гексагональной структуры, полые внутри. Диаметр стержней 8–15 мкм, длина – в диапазоне 30–50 мкм (рис. 1а). Микроструктура стержней отчетливо проявлялась после растворения поверхностных дефектов при химико-термической обработке. Стержни состояли из слоистых пластин, образованных, по данным микроанализа, свободным кремнием. Внутренность слоев была заполнена наноразмерными частицами длиной менее 300 нм, толщиной 50–70 нм и формой, характерной для  $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$  (рис. 1б)

Таблица 1

Условия синтеза и состав продуктов СВС

Опыт	Состав шихты	$P_{\text{н}}$ , атм	Состав продуктов синтеза				
			% N	% $\text{Si}_{(\text{об})}$	% $\text{Si}_{(\text{своб})}$	% $\text{Si}_3\text{N}_4$	% Fe
Оп. 1	95%Si+5%NaCl	40	34,0	61,5	10,3	85,2	
Оп. 2	95%Si+5%NaCl	60	37,6	66,0	9,4	94,2	
Оп. 3	Si+5% $\text{NH}_4\text{Cl}$ + 2,4% $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	90			0,23	99,8	0,04

Таблица 2

Химический анализ фракций  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , выделяемых при химическом диспергировании

Образец	Выделенная фракция	Химический анализ				
		% N	% $\text{Si}_{\text{общ}}$	% $\text{Si}_3\text{N}_4$	% $\text{Si}_{\text{своб}}$	% O
Оп. 1	Светлая	38,0	54,5	95,2	0,3	0,95
	Темная	31,9	61,2	80,0	12,9	0,74
Оп. 2	Светлая	39,4	62,4	98,7	0,7	
	Темная	31,7	58,4	79,4	10,4	
Оп. 3	Светлая	40,4	58,9	100,0	0,3	

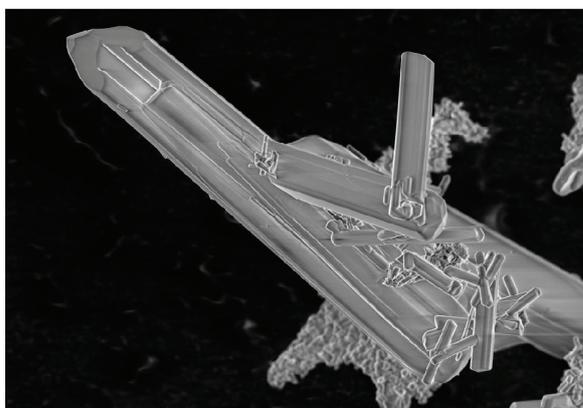
Стержни были собраны в хорошо сформированные спеченные сферические агломераты и представляли собой либо идеальный шар диаметром ~ 100 мкм, либо сферу с развитой внутренней пористостью такого же размера (рис. 2а). Микроструктура светлой фракции Оп.1 – в основном не до конца сформированные светлые полупрозрачные округлые «стержни» диаметром 200–300 нм и длиной ~ 2–3 мкм (рис. 2б).

Темная фракция порошка Оп. 2 также состояла из ультрадисперсных 4–6-гран-

ных стержней, полых внутри, однако в этом случае правильные сферические частицы не образовывались. Стержни были составлены в цепочки или образовывали бесформенные агломераты (рис. 3а). Содержание свободного кремния, даже после щелочной обработки, в Оп. 2 составляло 10%.

Как и в Оп. 1, светлая фракция Оп. 2 состояла из цепочек, образуемых прозрачными округлыми стержнями, различающимися по размеру (рис. 3б).

а



б

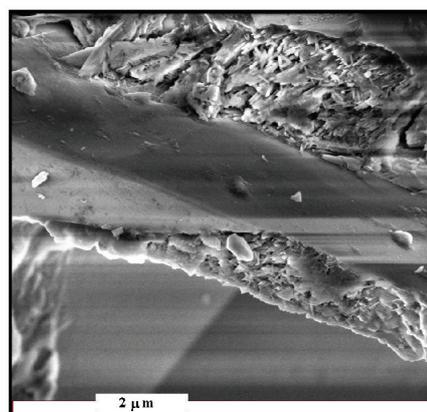
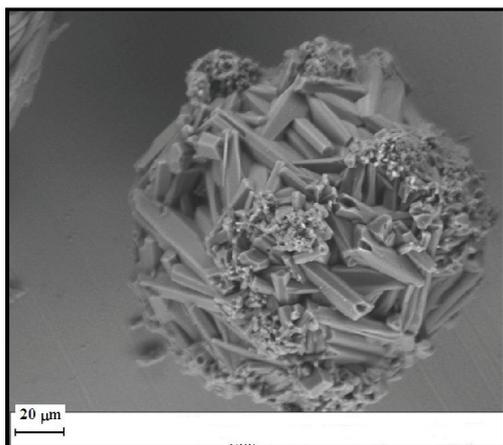


Рис. 1. Микроструктура ультрадисперсных частиц  $Si_3N_4$

а



б

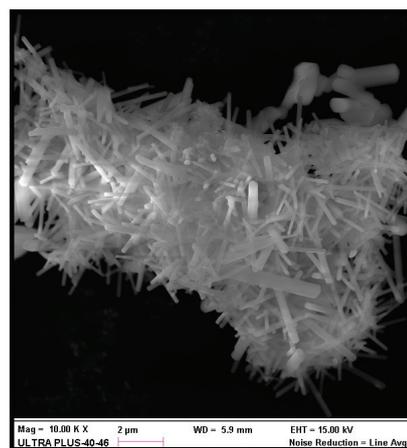
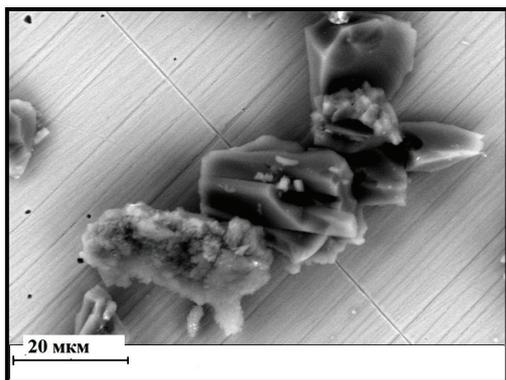


Рис. 2. Микроструктура порошка Оп. 1:  
а – темная фракция; б – светлая фракция

а



б

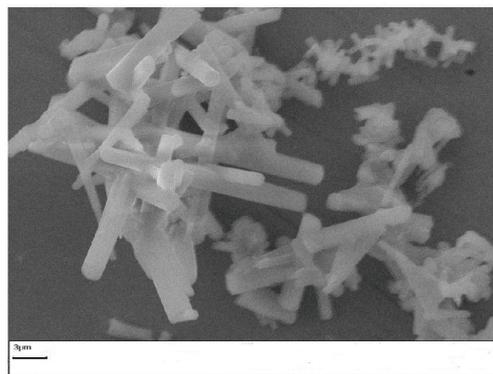


Рис. 3. Микроструктура порошка Оп. 2:  
а – темная фракция; б – светлая фракция

При введении в шихту смешанной неорганической добавки ( $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) было установлено, что усредненный измельченный спек содержал небольшое количество свободного кремния, что свидетельствовало о полноте протекания синтеза (табл. 1). Выход очищенной фракции составлял почти 100% (вес.). Выщелачиванием выделялась только одна фракция, представляющая собой рыхлые агломераты, составленные из однородных ультрадисперсных прозрачных стержней (рис. 4).

Таким образом, дальнейшее исследование влияния условий выщелачивания ни-

трида кремния, получаемого по технологии СВС, на микроструктуру и фазоразделение синтезированного порошка позволит выделить однородные порошки заданной формы, что очень важно, особенно при компактировании. Характеристика ультрадисперсных и наноразмерных порошков нитрида кремния находится под влиянием их формы, степени агломерирования и распределения размера частиц. Желательно иметь сферические агломераты одинакового размера или однородный порошок ультрадисперсного  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , составленный из однородных частиц, одинаково направленных.

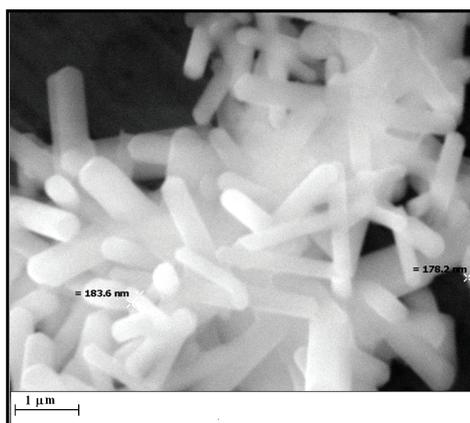


Рис. 4. Микроструктура однородного порошка  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , образующегося в присутствии добавки  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (Оп.3)

## Заключение

Химическим диспергированием установлено, что порошки нитрида кремния, получаемые СВС с неорганическими добавками, имеют структуру вторичных сферических частиц, составленных из первичных ультра- или наноразмерных частиц. Наиболее чистые, мелкодисперсные и однородные продукты получаются в результате последовательного использования нескольких растворителей различного состава, позволяющих удалять как примеси, входящие в состав продукта синтеза, так и промежуточные продукты, образующиеся при выделении целевого продукта из смеси.

При подборе способов выделения таких частиц из продуктов синтеза метод СВС может стать эффективным для получения ультра- и наноразмерных порошков различной структуры, в том числе и в промышленном масштабе.

---

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 16-03-00360.*

## Список литературы

1. Peillon F.C., Thevenot F. Microstructural designing of silicon nitride related to toughness // J. Eur. Ceram. Soc. – 2002. – V. 22. – P. 271–278.
2. Cinibulk M.K., Thomas G., Johnson S.M. Fabrication and Secondary-Phase Crystallization of Rare-Earth Disilicate-Silicon Nitride Ceramics // J. Am. Ceram. Soc. – 1992. – V. 75. P. 2037–2043.
3. Kleebe H.J., Pezzotti G., Ziegler G. Microstructure and fracture toughness of Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ceramics: Combined roles of grain morphology and secondary phase chemistry // J. Am. Ceram. Soc. – 1999. V. 82. – P. 1857–1867.
4. Pezzotti G., Kleebe H.J. Effect of Residual Microstresses at Crystalline Multigrain Junctions on the Toughness of Silicon Nitride // J. Eur. Ceram. Soc. – 1999. V. 19. P. 451–455.
5. Guo S.Q., Hirosaki N., Nishimura T., Yamamoto Y., Mitomo M. Hot-pressed silicon nitride with Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> additives: oxidation and its effect on strength // J. Am. Ceram. Soc. – 2003. V. 86. P. 1900–1905.
6. Игнатъева Т.И., Милосердова О.М., Семенова В.Н., Боровинская И.П. Химическое диспергирование как метод выделения ультрадисперсных и наноразмерных порошков TiC // Перспект. матер. – 2009. – № 3. С. 82–87.
7. Borovinskaya I.P., Barinova T.V., Vershinnikov V.I., Ignat'eva T.I. SHS of Ultrafine and Nanosized Refractory Powders: An Autoreview // Int. J. SHS. – 2010. – V. 19. № 2. – P. 116–121.

УДК 339.133.017:687.016

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА В МОДНОЙ ИНДУСТРИИ****Виниченко И.В.***ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Омск, e-mail: irvin61@mail.ru*

В статье рассматривается мотивация и поведение потребителя в качестве исходной информации при проектировании одежды. В современном товарном обществе мода – это способ жизни и поведение людей. мода создает новый спрос и стимулирует создание новых товаров. Легко распространяющиеся модные товары с высокой добавленной стоимостью формируют производственную цепочку модной индустрии и создают экономическую выгоду. В повседневной жизни люди везде и всегда подвергаются влиянию моды. мода распространяется на одежду и другие аспекты жизнедеятельности человека. мода управляет глобальным рынком, на котором непрерывно появляются модная одежда и другие товары ежедневного или долгосрочного потребления. Внимание сосредоточено на результатах исследований потребительских предпочтений потребителей при выборе одежды и необходимом балансе интересов производителей и потребителей.

**Ключевые слова:** мода, модные товары, индустрия моды, спрос на модные товары**FORECASTING DEMAND IN FASHION INDUSTRY****Vinichenko I.V.***Omsk State Technical University, Omsk, e-mail: irvin61@mail.ru*

The article examines the motivation and behavior of the consumer as the initial information in clothes designing. In the modern commodity society, fashion is a way of life and behavior of people. Fashion creates new demand and stimulates the creation of new products. Easy spreading fashionable goods with high added value form the industrial chain of the fashion industry and create economic benefits. In everyday life people everywhere are always influenced by fashion. Fashion covers clothes and other aspects. Fashion runs the market where fashionable clothes and other goods of daily or long-term consumption continuously appear. Attention is focused on the results of research consumer preferences of consumers in choosing clothes and the necessary balance of interests of producers and consumers.

**Keywords:** fashion, fashion goods, the fashion industry, the distribution of fashionable goods

В любую эпоху мода является отражением времени и того, что происходит в культуре в политическом, социальном и экономическом плане. Она выражает современность, символизируя дух времени. Долгое время люди с помощью одежды решали вопрос идентичности, стремление выделиться из толпы. мода в это время создавала стили, которые становились образцами, на которые могли бы ориентироваться люди.

Переход от одной эпохи к другой ставит человека перед различными проблемами, одна из которых – отмирание определенных социальных форм, неспособных более существенно влиять на долгосрочные жизненные планы. Становится понятным появление нового отношения к костюму. Естественно, что сегодня появилась потребность в новом качестве костюма.

Товары модной индустрии распространены в определённом обществе в течение определённого времени и связаны с образом жизни, культурой, привычками и идеологией. Они демонстрируют запросы общества (потребителей моды) и получившие в данном обществе эстетические вкусы.

**Цель исследования** – определение пути планирования модных коллекций предприятиями индустрии моды с учётом прогнозирования спроса на свою продукцию.

**Результаты исследования.** Спрос на продукцию модной индустрии имеет определённые особенности:

- Срок жизни модных товаров ограничен по времени, по истечении которого модная тенденция перестаёт быть актуальной. Потребитель с их помощью демонстрирует свою современность, причастность к миру моды и индивидуальность. мода нестабильна, она меняется вместе с развитием экономики страны или отдельного региона, и характеризует свою принадлежность к определённой эпохе. Как только модные тенденции меняются, ранее модный товар устаревает, что ведёт к падению спроса (например, срок жизни модной одежды составляет от 2-х месяцев до 2-х лет).

- Спрос на модные товары носит индивидуальный характер. В своём стремлении быть модным потребители меняются вместе с модой, но конкретный потребитель при выборе модных марок (брендов) ориентируется на свой вкус. Одежда относится к той группе товаров, где персонификация запросов клиента наиболее заметна.

- Спрос отдельного потребителя ограничен его доходом. Рост доходов даёт больше возможностей для выбора. Ограничение средств часто приводит к проявлению собственной индивидуальности и поиску нового.

• Спрос на модные товары базируется на символизме или «статусном» потреблении. Потребление модных товаров демонстрирует принадлежность его обладателя к определённой социальной группе, суть символического потребления описана Т. Вебленом в «Теории праздного класса» [1, с. 6] как «статусное потребление». Символическая ценность статусного товара удовлетворяет потребность потребителя и одновременно позволяет ему демонстрировать свой социальный статус и значимость. Одежда относится к товарам, при помощи которых возможно демонстрировать своё общественное положение и статус.

Факторы, определяющие структуру спроса, должны учитываться предприятиями модной индустрии.

Современный потребитель, планируя приобретение продукции модной индустрии (одежды, обуви и других предметов широкого потребления), предъявляет высокие требования к их качеству и дизайну. Предприятия лёгкой промышленности в своей деятельности создают коллекции, которые предполагают концепцию ассортимента для непосредственного внедрения. Задача по удовлетворению спроса на высококачественные изделия решается за счёт улучшения качества изделий, расширения их ассортимента, сокращения сроков внедрения новых образцов. Наилучшим образом это может быть достигнуто при использовании промышленных базовых коллекций. Их отличительная особенность – актуальные направления моды в них воплощаются в «смягчённых» формах и уже апробированных решениях. Модели коллекций воплощаются в материалах определенных структур и цветовой гаммы. Рассмотрим, каким образом учитывается спрос потребителей при массовом производстве модной продукции.

Прогнозирование спроса имеет большое значение при массовом производстве одежды. Анализу подвергаются направления моды, господствующие стилевые и колористические решения одежды. Выделяют несколько этапов разработки коллекции одежды. На первом этапе выполняются предпроектные исследования, которые напрямую связаны с изучением потребительского спроса. Социологические исследования включают изучение объективных факторов спроса потребителей – оцениваются доходы потребителей, существующий товарооборот и т.п. Маркетинговые исследования оценивают типологические особенности потребителей (возраст, размер, рост, пол и т. п.). Культурологические исследования выявляют взаимосвязь выявленных потребностей с их цен-

ностной ориентацией. Изучается структура потребителей – оценивается взаимосвязь половозрастных, размерных признаков, видов деятельности и предпочтений различных групп населения.

Проводя маркетинговые исследования, предприятие определяет не только структуру потребительских предпочтений, но и распределение спроса по отдельным регионам, потенциальную ёмкость рынка, реакцию потребителей на новые виды одежды. Устанавливает главных конкурентов на рынке, их сильные и слабые стороны для повышения конкурентоспособности собственной продукции.

Ориентация на запросы потребителей открывает путь к успеху для предприятий. Спрос, являясь одним из наиболее важных параметров, характеризует рынок потребителей. В швейной отрасли спрос отличается динамизмом и нестабильностью, сезонностью. На спрос оказывают влияние изменение направлений моды и её проявления в виде модного «бума» (фетиша), часто связанного с появлением нового образца для подражания. Поэтому предприятиям модной индустрии для успешной деятельности недостаточно исполнения требований к продукции только по качественным показателям без учёта потребительских предпочтений.

Насущные требования потребителей выполняются посредством предоставления ему модной вещи. Источником получения информации о модных тенденциях служат в первую очередь средства массовой информации. Современная тенденция – вытеснение привычных источников (журналы, телевидение), переориентация на мобильные устройства и интернет-источники информации.

Оценивая поведение потребителей, результатом которого будет покупка, необходимо проанализировать:

- повод и мотив потребителя при совершении покупки;
- процесс выбора товара, принятия решения о покупке и возникающую при этом реакцию;
- готовность к совершению пробной и повторной покупки.

Совершение человеком покупки определяется желанием этого действия и покупательским поведением [2, с. 4–9]. Поведение потребителя во многом определяется культурой, социальным положением субъекта и другими персональными качествами. Заинтересованность в покупке возникает на стыке потребности и стимула. Желания покупки присущи в той или иной степени всем людям, но существуют отличия по степени их готовности опробовать новый товар.

В каждой стране в зависимости от её общественной и политической жизни происходит трансформация мировых тенденций моды. Распространение моды происходит по направлению от политической и культурной столицы к периферии. Провинциальная мода несёт на себе отпечаток повседневной культуры места, являясь при этом «частью культуры повседневности в истории культуры государства в целом». [3, с. 558]. Так, например, исследования рынка потребителей в России показывают, что модные предпочтения российских потребителей по-прежнему формируются под влиянием исторического опыта, который во многом определяет особенности потребления и вкусовых пристрастий.

В 2013 году были проведены исследования в крупных городах России, по результатам которых были определены отличительные черты российского потребителя:

- недоверие российскому производителю;
- недоверие иностранной рекламе;
- несоблюдение баланса между желаниями и возможностями [4, с. 42–43].

Исследования, выполненные на региональном уровне (г. Омск), показали, что явление «дефицита» характерное для советского периода в истории страны, сформировало «особое отношение к моде и культуре её потребления» [5, с. 245]. Особая роль отводится женскому потреблению, так как это наиболее заинтересованная часть общества в модной продукции. Приобщение мужчин к потребительской культуре в России можно отнести к началу 2000-х годов, так как в советский и ранний постсоветский период мужское потребление часто носило негативный характер и ассоциировалось с творческой интеллигенцией, представителями контркультурных молодёжных течений и «криминальных» групп.

Выводы. Культурологические исследования общества позволяют сделать выводы о наличии в каждом обществе своего набора ценностей в виде культурных образцов, основанных на обычаях, традициях и социокультурных нормах. Они носят устойчивый характер и с трудом поддаются изменениям. Ввиду этого разработка маркетинговой стратегии в продвижении продукции лёгкой промышленности должна учитывать общероссийские и региональные особенности

культуры потребления и вкусовые пристрастия населения.

На формирование спроса и предложения в индустрии моды оказывают влияние факторы макроуровня (ситуация на мировом рынке, культурные и базовые потребности населения, политическое влияние и т. п.) и микроуровня (стоимость капитала, рабочей силы, создание цепочек ценностей и т. п.). Совокупность факторов определяет ситуацию на рынке индустрии моды и влияет на формирование спроса и предложения, которые определяют как потребительские предпочтения, так и экономическую ситуацию в отрасли [6, с. 137].

Баланс интересов производителя и покупателя – «идеальный» вариант для индустрии моды, их интересы совпадут только при условии соответствия товара потребителю спросу. Одновременно производитель не должен «плестись» в русле вкусовых предпочтений потребителей, его задача – активно и целенаправленно воздействовать на рынок, формируя экономически разумную структуру спроса.

Производители должны воспользоваться современной ситуацией – интересу потребителей к российским брендам и завоевать их доверие. На сегодняшний день мода должна быть непринужденной, потому что мир возможностей предлагает нам больше, чем выбор одежды. Сейчас вещи должны быть функциональными, удобными, а всё остальное – условности, ярлыки и дело вкуса.

#### Список литературы

1. Веблен Т. Теория праздного класса / Т. Веблен. – М.: Прогресс, 1984. – 367 с.
2. Ждановская Г.А. Потребительское поведение и факторы, определяющие колебания спроса на те или иные товары и услуги / А. Ждановская, Е.А. Васина // Маркетинг и маркетинговые исследования в России. – 1996. – № 2. – С. 4–9.
3. Виниченко И.В. Анализ факторов, оказавших влияние на модные предпочтения в обществе // Современные исследования социальных проблем. – Красноярск : НИЦ, 2011. – № 4.1 (08). – С. 555–559.
4. Ильичёва Е. Что знают о России в Европе? // Индустрия моды. – 2013. – № 1 (48). – С. 38–43.
5. Виниченко И.В. Особенности модных предпочтений и поведения потребителей, сформированных под влиянием эпохи дефицита / И.В. Виниченко, Е.В. Евдущенко // Омский научный вестник. Серия «Общество. История. Современность». – 2012. – № 1 (105). – С. 241–245.
6. Ямэн Л. Особенности формирования спроса и предложения в индустрии моды // Петербургский экономический журнал. – 2017. – № 2. – С. 128–138.

УДК 378.147:372.857:316.628

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

**Андропова Т.А.**

*ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов,  
e-mail: andronova1010@mail.ru*

В статье рассматриваются примеры инновационных методов проведения занятия в вузе – деловой игры и группового тренинга для студентов 1-го курса медицинского вуза по дисциплине «Биология» с целью повышения профессиональной мотивации. Технология таких форм проведения занятий позволяет внести в обучение не только предметный, но и социальный контексты, важные для будущей профессиональной деятельности, особенно врача.

**Ключевые слова:** мотивация в обучении, проблемные задания, игра, клещи, инфекционисты-паразитологи, аллергологи-дерматологи, экологи, тренинг, пролиферативная активность клеток, ситуационные задачи

## INCREASING PROFESSIONAL MOTIVATION OF STUDENTS. INTERACTIVE FORMS OF CLASSES

**Andronova T.A.**

*Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of the Russian  
Federation, Saratov, e-mail: andronova1010@mail.ru*

The article considers the examples of innovative methods of giving classes at a higher education institution such as Business Game and Group Training. These educational tools are intended for increasing professional motivation of the first year medical students in Biology class. The technology of such forms of classes allows to bring into the training not only the subject context, but also the social one which are important for future professional activity, especially for a doctor.

**Keywords:** motivation in teaching, problem tasks, game, mites, infectious disease doctors-parasitologists, allergologists-dermatologists, ecologists, training, proliferative activity of cells, situational tasks

Задачи современного общества требуют формирования у выпускников медицинских вузов высокого уровня профессиональных знаний, навыков и умений. Компетентностный подход к подготовке врача направлен на будущее, поскольку то, что формируется в вузе сегодня, определит в дальнейшем качество профессиональной деятельности нынешнего студента. Недостаточно уметь воспроизводить полученные знания, нужно уметь творчески применять их в профессиональной деятельности. Современный выпускник медицинского вуза должен не только владеть специальными знаниями, умениями и навыками, но и чувствовать потребность в достижениях и успехе в профессии. Выполнение профессионального долга врачами разных профилей осуществляется на основании функциональных обязанностей и задач соответствующей специальности. В связи с этим формирование профессиональной мотивации приобретает особое значение. Совершенствование учебного процесса в настоящее время не может быть эффективным без внедрения новых инновационных технологий, позволяющим студентам в ходе изучения отдельных тем или модулей не только механически заучивать конкретный материал, но, в первую очередь, устанавливать причинно-следственные свя-

зи между строением и функциями клеток, тканей, органов и систем органов. Должны быть созданы возможности для объяснения сложных процессов жизнедеятельности, а следовательно, и для понимания природы различных болезней человека, связанных с нарушениями этих процессов.

Успешность учебной деятельности студентов во многом определяется положительной мотивацией в обучении, что достигается четким изложением преподавателем целей лекций и занятий, личной увлеченностью преподавателя своим предметом, наличием методических материалов для самостоятельной внеаудиторной и аудиторной работы студентов, контролирующими материалов, возможностью доступа к информационно-образовательной среде университета. Важно не только научить студента умению логически мыслить, но и превращать добытые знания в убеждения.

Цель преподавателей кафедр естественно-научного цикла – продемонстрировать возможности изучаемого предмета, его ценность в плане формирования профессиональных навыков. Информированность студентов – первокурсников о значимости биологических знаний в системе медицинского образования будет способствовать пониманию правильности профессионального

выбора, повышению мотивации к обучению [5], разорвет существующие в умах студентов представления о второстепенности фундаментальных биологических знаний, об исключительной приоритетности клинических дисциплин. При этом создается предпосылка и возникает необходимость в координации и комплексировании ряда разделов биологии с кафедрами клинического профиля, что особенно значимо для формирования профессиональной мотивации [8]. Арсенал средств в учебном процессе для формирования мотиваций достаточно разнообразен: интеллектуальные игры, групповые тренинги, кейс-задачи, брейн-ринг, работа в кружке [2, 9]. Среди педагогических методик игра является одним из наиболее эффективных средств, включающих проблемные задания [4, 6]. Уметь находить взаимосвязь между темами, предметами, понятиями, классифицировать их – это и есть создание проблемной ситуации. Главной составляющей проблемного обучения является метод исследования. При этом проблемные задания применяются на конечном этапе изучения какой-то конкретной темы или модуля, то есть при наличии у студентов достаточного уровня знаний по данному разделу, но эти задания не подменяют лекционный материал, а заключают в себе прикладную функцию, направленную на повышение мотивации в обучении, а следовательно, и на реализацию основной задачи образования – повышение качества обучения и уровня подготовки специалистов. Игра позволяет внести в обучение не только предметный [10], но и социальный контексты, важные для будущей профессиональной деятельности, особенно врача [7]. На кафедре общей биологии, фармакогнозии и ботаники СГМУ используются различные интерактивные формы проведения занятий, в том числе деловые игры и групповые тренинги. В качестве примера – игра из раздела Паразитология по теме: «Тип Членистоногие. Класс Паукообразные», способствующая формированию знаний:

– морфологических характеристик, жизненных циклов и медицинского значения ряда представителей класса Паукообразные;

– значения клещей как переносчиков, резервуаров и возбудителей заболеваний человека;

– организации профилактических мероприятий по предотвращению заболеваний, как вызываемых клещами, так и переносимых ими (трансмиссивных). Кроме того, тема этой игры дает возможность привлечь внимание студентов к диагностике паразитарных заболеваний, увязать значимость этой биологической темы с клиническими

дисциплинами, с работой дерматологов, в частности, при дифференциальной диагностике дерматитов и демодекозов [3].

Согласно сценарию игры, методист отдела организации здравоохранения (он же лидер – студент, выбранный преподавателем) получает задание от руководства организовать работу детского спортивного лагеря на территории одной из областей России.

Для составления необходимой картины эпидемиологического состояния области и дальнейшей безопасности детей в лагере, методист считает необходимым привлечение для работы врачей следующих специальностей: инфекционистов-паразитологов, аллергологов-дерматологов и экологов. Задание каждой группе специалистов – самостоятельно организовать сбор и анализ информации по своей «специальности», с целью обеспечения безопасности работы лагеря. Изучив предоставленные специалистами материалы, выслушав их доклады, методист сделает заключение о целесообразности организации лагеря на данной территории и совместно с ними разработает методические рекомендации по профилактике заболеваний, вызываемых клещами и переносимых ими. Формирование групп специалистов (в каждой группе 3–4 человека) происходит по желанию студентов. Каждая группа получает название: инфекционисты-паразитологи, аллергологи-дерматологи, экологи. Задача каждой группы – самостоятельно организовать сбор информации по своей тематике, а собранные сведения представить в виде сообщения или рекомендаций на заседании круглого стола. Организация круглого стола является необходимым условием реализации одной из задач игры – формирования коммуникативных навыков общения. Партнерское взаимодействие, общение способствуют принятию правильных решений, выполнению заданий моделируемой ситуации, объединенных общей игровой целью. На первом этапе игры специалисты из разных групп проводят совместное совещание, где обмениваются добытой информацией по «профессиональным» заданиям (обсуждают внеаудиторную работу – задания из методического пособия). По итогам совещания выполняются задания. Результаты оформляются в специальные бланки ответов. Затем специалисты возвращаются в группы. Методист организует круглый стол, на котором специалисты сообщают о результатах проведенной работы. Экологи докладывают о климатогеографическом ландшафте местности, где будет располагаться лагерь, о диких и сельскохозяйственных животных, обитающих в данной местности; инфекци-

онисты – паразитологи о расселении вируса таежного энцефалита и его адаптации к разным видам переносчиков и огромному количеству разных видов природных резервуарных хозяев, о видах клещей, которые могут обитать в данной местности и о том, что заражение клещевым энцефалитом может произойти и при употреблении козьего молока, а также продуктов, приготовленных из него; аллергологи-дерматологи – о кожных заболеваниях, вызываемых клещами и другими паукообразными. Методист (лидер) обсуждает учебный материал с каждым специалистом, выделяет главную и второстепенную информацию. Все группы выполняют общее задание, позволяющее обобщить добытую информацию.

Анализ и оценка результатов. Группа совместно с лидером разрабатывает рекомендации по месту расположения лагеря и организации профилактических мероприятий. Преподаватель подводит итоги игры, оценивает результативность работы каждой исследовательской группы, работу лидера, указывает на недостатки и подводит итоги игры.

Другим методом активного обучения является групповой тренинг, где приобретаются и совершенствуются определенные умения и навыки. Примером успешного применения такой формы работы является проведение занятия по теме «Пролиферативная активность клеток в ходе восстановительных процессов». Задача занятия – обеспечить умение использовать базовые теоретические знания о пролиферативной активности клеток разных тканей на последующих этапах обучения и в будущей практической деятельности. Содержание инновации и её этапы:

I. Заслушивание сообщений и их обсуждение

Темы сообщений: 1. Клеточный цикл, его периодизация. Место репликации в жизненном цикле. 2. Регуляция митотической активности клеток и биологическое значение митоза. 3. Пролиферативная активность клеток.

Особое внимание во время проведения тренинга уделяется вопросу регуляции митотической активности клеток, пролиферативной активности клеток, явлению апоптоза, что особенно важно для специалиста в области медицины. Регуляция митотической активности может быть внутри- и внеклеточной. Внутриклеточная регуляция проявляется в изменении соотношения объема ядра и цитоплазмы, в соотношении активности протоонкогенов (мутация – онкоген) и антионкогенов. Внеклеточная регуляция может осуществляться гуморально и под влиянием нервной системы. Генная

регуляция митоза: протоонкогены – являются регуляторами процессов роста, дифференцировки и размножения клеток в норме. Антионкогены подавляют активность митоза. Протоонкогены могут мутировать в онкогены, их продукты – онкобелки – стимулируют пролиферацию клеток и образование опухоли.

Пролиферативная активность клеток.

Апоптоз – генетически запрограммированная гибель клеток многоклеточного организма.

Роль апоптоза: Необходим для нормального формирования органов в онтогенезе.

Обеспечивает самопрофилактику онкологических заболеваний.

Около 100 лет назад зоолог Август Вейсман высказал гипотезу о том, что старение клеток и причины смерти лежат в ограниченной способности клеток к делению. В начале 1960-х годов Леонард Хейфлик в экспериментах с клеточными культурами подтвердил предположение Вейсмана. Предельное число делений получило название «лимит Хейфлика». Исключение из этого правила составляют раковые клетки, сперматогонии, которые способны делиться бесконечно. В последние годы многие данные указывают на то, что своеобразным механизмом, определяющим количество делений, является процесс укорочения теломер хромосом. При каждом удвоении ДНК теломеры укорачиваются на 50–60 нуклеотидов, клетки переходят в состояние одряхления и клетка обычно погибает.

II. Определение пролиферативной активности клеток в ходе восстановительных процессов

Клетки печени, почек, надпочечников и ряда других органов обновляются медленно. Однако в процессе восстановления после повреждения, например, удаления части органа, происходит усиление клеточного деления [1].

Предлагается рассмотреть микропрепараты срезов печени крысы: а) в норме; б) через два дня после удаления 70% массы печени. Подсчитывается число клеток (в 10 полях зрения) на разных фазах митоза, и делается вывод о состоянии пролиферации клеток печени после частичной гепатэктомии.

III. Решение ситуационных задач

Задача I. В клинику обратился больной с жалобами на длительно незаживающую рану. Цитологический анализ отпечатков, взятых с поврежденного участка кожи, выявил отсутствие делящихся клеток. Необходимо сделать вывод о состоянии пролиферативных процессов поврежденного участка кожи.

Задача 2. Опухоль, возникающая в результате 50 делений, будет содержать 250, т.е.  $1,1 \times 10^{15}$  клеток. Определить массу опухоли у 40-летнего человека, фибробласты которого в культуре делятся примерно 40 раз, если  $10^8$  клеток имеют массу 1 г. Обдумать вопрос: предохраняет ли ограничение клеточных делений до 50 от развития раковой опухоли?

### Заключение

Примеряя на себя роль врача во время проведения активной формы занятия, студенты анализируют информацию, ищут самостоятельное решение поставленной проблемы. Игра помогает поддерживать внимание, позволяет сменить пассивную позицию студента на активную, вызывает стремление к состязательности, что облегчает усвоение большего объема информации. Анализ ответов студентов на контрольных точках показал большую результативность именно по темам, проводимым в игровой форме. Активные формы занятий формируют у студентов практические умения и навыки, позволяют повысить самооценку, закрепляют интерес к выбранной профессии, более того, помогают понять – осознанно ли сделан выбор профессии; что способствует в дальнейшем повышению профессиональной мотивации обучения на кафедрах клинического профиля, адаптации при устройстве на работу. Выбранные темы занятий соответствуют требованиям ФГОС ВО по дисциплине «Биология» для студентов медицинских вузов.

### Список литературы

1. Андропова Т.А. Особенности пролиферации регенерирующей печени крыс при различном функциональном состоянии адренорецепторов // Клеточные основы регенерации у млекопитающих. – М., 1984. – С. 123–132.
2. Андропова Т.А., Белянина С.И. Студенческий научный кружок как способ повышения профессиональной мотивации // Медицинское образование в эпоху новых информационных технологий: Материалы внутривузовской научно-практической конференции. – 2013. – С. 3–6.
3. Андропова Т.А., Моррисон А.В., Моисеева Ю.М., Моисеев А.В. Демодекос // Материалы научно-практической конференции с международным участием, Харьков, 2010. – С. 3.
4. Бакшаева Н.А., Вербицкий А.А. Психология мотивации студентов: Учебное пособие. – М.: Логос. – 2006. – 184 с.
5. Белых М.И., Носкова С.В. М.Я. Мудров о воспитании врача // Забота: от бытийной стратегии к этическим и профессиональным ценностям: Межвузовский сборник научных статей. – Саратов, 2006. – С.125–131.
6. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход: Метод. пособие. – М., Высшая школа, 1991. – 207 с.
7. Гаврюшова Л.В., Ведяева А.П. Деловая игра как метод активного обучения. // Медицинское образование в эпоху новых информационных технологий: Материалы внутривузовской научно-практической конференции. – Саратов, 2013. – С. 27–33.
8. Горшенина В.И., Катрунов В.А., Кузнецова М.Н., Павлова Л.А. Межкафедральная интеграция как забота о формировании медико-этической мотивации профессиональной подготовки врача // Межвузовский сборник научных статей. – Саратов, 2006. – С. 228–231.
9. Михеева Н.В. Научно-исследовательская работа студентов и ее роль в подготовке квалифицированного специалиста // Медицинское образование в эпоху новых информационных технологий: Материалы внутривузовской научно-практической конференции. – Саратов, 2013. – С. 101–103.
10. Платов В.Я. Деловые игры: разработка, организация и проведение: Учебник. – М.: Профиздат, 1991. – 156 с.

УДК 796:378.4

**ОРГАНИЗАЦИЯ СФЕРЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА  
В ВУЗЕ КАК ОСНОВА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ  
(НА ПРИМЕРЕ ВЛАДИВОСТОКСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА)**

**Фардзинова З.А., Тараненко Н.Р., Миклина А.А.**

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток,  
e-mail: zarishka\_@mail.ru*

Проведен анализ организации физической культуры и спорта для студентов Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, выявлены сильные и слабые стороны указанной сферы, сформулированы предложения по улучшению ситуации. Статья делится на 2 части: начинается с определения и актуальности данной темы, заканчивается предложениями для улучшения физического и морального состояния студентов. Приводятся примеры цен на абонементы в спорткомплекс «Чемпион» и анализ потребления, предполагается ввести льготы студентам, обучающимся на очной форме обучения на бюджетной основе. Это увеличит посещаемость спорткомплекса «Чемпион», а у молодых людей появится больше возможностей заниматься спортом. В итоге можно отметить, что физическое здоровье играет огромную роль в жизни молодежи. Чтобы молодые люди хотели активно заниматься спортом, нужно создать для них комфортные финансовые условия, например, которые предложены в статье.

**Ключевые слова:** здоровье, физическая культура, спорт, студент, вуз, активность, организация

**ORGANIZATION OF SPHERE OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN THE  
HIGH SCHOOL AS A BASIS OF THE ENGINE ACTIVITY OF STUDENTS  
(ON THE EXAMPLE OF THE VLADIVOSTOK STATE UNIVERSITY OF  
ECONOMICS AND SERVICE)**

**Fardzinova Z.A., Taranenko N.R., Miklina A.A.**

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: zarishka\_@mail.ru*

The analysis of the organization of physical culture and sports for students of the Vladivostok State University of Economics and Service has been carried out, the strengths and weaknesses of this sphere have been identified, and proposals for improving the situation have been formulated. The article is divided into 2 parts: it begins with the definition and relevance of this topic, ends with suggestions for improving the physical and moral state of students. Examples are given of the prices for season tickets to the sports complex «Champion» and consumption analysis, it is proposed to introduce benefits for students studying on-campus on a budgetary basis. This will increase the attendance of the sports complex «Champion», and young people will have more opportunities to play sports. As a result, it can be noted that physical health plays a huge role in the lives of young people. To young people like to actively engage in sports, you need to create for them comfortable financial conditions, for example, which are proposed in the article.

**Keywords:** health, physical education, sport, student, University, activity, organization

В последнее время в Западных странах становится модным среди молодежи ведение активного образа жизни. Конечно, и в нашей стране быстро начали появляться привычки занятия спортом. Физическая активность становится обязательной составляющей российских молодых людей.

Большое число молодежи занимают студенты. Именно поэтому сфера физической культуры и спорта – составная часть процесса организации их досуга образовательных учреждений, способствующая повышению качества учебной работы, интереса к учебе, росту спортивного мастерства, развитию морально-волевых, психологических, физических качеств и прикладных навыков. Именно поэтому формат её построения должен исходить из объективных потребностей личности.

В высшем учебном заведении процесс физического воспитания должен строиться

так, чтобы студент, как субъект социальных отношений, являлся его центральной фигурой. Содержание занятий, качество спортивной инфраструктуры и виды должны отвечать интересам, мотивам и потребностям молодых людей, их представлениям об идеале физического современной личности. Исходя из вышесказанного, цель физического воспитания в вузе можно определить как систему формирования физической культуры личности студента.

В свою очередь, успешность физкультурно-спортивной деятельности определяется достижениями студентов в разных видах спорта, их доступностью для всех учащихся, удовлетворенностью студентов, созданной для них спортивной базы. Последней во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (далее ВГУЭС) уделяется особое внимание. ВГУЭС с каждым годом расширяет свою спортивную

базу, и на сегодняшний день уже в нее входят три спортивных комплекса «Чемпион» – это семь бассейнов и более 60 спортивных залов [2].

Университет гордится высокими результатами своих команд и спортсменов: сборные команды по волейболу, баскетболу, мини-футболу, настольному теннису, шахматам, вольной борьбе, боксу, самбо (м) на протяжении последних двух лет становились победителями и призерами первенств, чемпионатов и кубков Приморского края и ДФО среди студентов и взрослых [4]. По данным официального сайта ВГУЭС от 26 января 2017 года, 17% первокурсников занимаются спортом и становятся участниками вузовских команд. Также у студентов 1, 2 и 3 курсов в обязательные дисциплины входит «Прикладная физическая культура» [5].

«Спорт должен быть массовым и доступным всем. В университете поддерживают всех студентов, выбравших здоровый образ жизни. ВГУЭС выступает за здоровый образ жизни не на словах, а на деле!» – написано на сайте ВГУЭС в разделе «Студенческая жизнь» [4]. Тут же приведены некоторые достижения студентов за прошлые годы (2015 и ниже), то есть информация не актуализирована. На странице в разделе «Студенческий спортивный клуб» можно ознакомиться с расписанием спортивных секций. Так, вуз предлагает студентам посетить бесплатные занятия по любительскому баскетболу, волейболу, художественной гимнастике, чир-дэнс-шоу, настольному теннису. Однако время посещения тренировок не очень удобно подобрано для студентов: можно заниматься либо в то время, когда у студентов пары, либо поздно вечером, ввиду того, что помещения предоставляются в безвозмездное пользование, а коммерческое время расписание для других людей.

Еще одним недостатком является то, что занятия ведут инициативные студенты старших курсов, что, естественно, сказывается на качестве и продолжительности самих тренировок. Конечно, спорткомплекс «Чемпион» – один из крупнейших спортивных сооружений в Приморском крае и на Дальнем Востоке [1]. Загруженность объекта высока потому как в нем могут заниматься самыми разными видами спорта – от легкой и тяжелой атлетики до футбола, тенниса и плавания, фехтования и бадминтона, студии акробатического и современного танца, классической йоги и пилатеса, а также боевых искусств. К тому же, этот комплекс предназначен не только для студентов и сотрудников университета, но и всех жителей столицы Приморья.

В СК «Чемпион» работают 56 профессиональных тренеров, существуют 47 групповых программ, 171 единица тренажеров. 56 профессиональных тренеров. Площадка «Чемпиона» регулярно используется под спортивные мероприятия, спартакиады и чемпионаты различных уровней, а также праздники, выставки и семинары. Также проводятся открытые мастер-классы по направлениям: KangooJumps, йога при определенных заболеваниях, мастер-классы по Step-аэробике, BootCamp, Piloxingbarre, Antigravity детский и взрослый, также можно посетить открытые лекции. Все это в целом могло бы помочь студенту получить больше знаний и навыков, а преподавателю повысить квалификацию при грамотном хозяйском подходе руководства учреждения [5].

Система физического воспитания в вузе держится на кафедре физкультурно-оздоровительной и спортивной работы, ведущей кафедрой Борщенко Сергей Александрович – кандидат медицинских наук, по его словам, кафедра уделяет огромное внимание абитуриентам, учащимся школ, курсантам, которые могут в любом возрасте с любым уровнем физической и спортивной подготовки заниматься на спортивных объектах и площадях университета под руководством опытных тренеров-преподавателей по индивидуальным и групповым видам и программам [3].

Помимо обязательных занятий по физическому воспитанию, предусмотренных учебными планами, важную роль в оздоровлении студентов, повышении их физического статуса играют различные формы физкультурно-спортивной и оздоровительно-массовой работы в вузе. К таким формам в ВГУЭС относят: самостоятельные занятия физическими упражнениями во внеучебное время, внутривузовские и межвузовские спортивные соревнования, занятия в оздоровительных группах, спортивных секциях и клубах, оздоровительный и спортивный туризм и др. Так, в течение 5 лет во ВГУЭС реализуется программа Lite Fit – вариативная часть дисциплины «Физическая культура» для студентов и сотрудников ВГУЭС. Программа включает в себя посещение тренажерного зала, бассейна, фитнес-центра, групп йоги, пейнтбола, настольного тенниса. Каждый студент и преподаватель имеет возможность выбрать для себя программу на любой близлежащей спортивной базе ВГУЭС и совмещать учебу, работу и занятия спортом. Заявлено, что Lite Fit – это специальная программа для студентов ВГУЭС, позволяющая заниматься в спортивном клубе «Чемпион» и получать зачет по физической культуре автоматом. Студент

может сам выбрать удобный для него вариант обучения физической культуре. Условия заключаются в том, что время посещения дисциплины и спорткомплекса равны друг другу (1 семестр (4 месяца = 4 абонемент)), в случае посещения спорткомплекса студент вправе ходить в «Чемпион» в любой день недели. Конечно, такая программа нужна студентам, так как у студентов появляется свобода выбора, чем не могут похвастаться другие дисциплины.

Парадокс в том, что половина студентов ВГУЭС не могут позволить себе воспользоваться программой LiteFit по причине высокой стоимости. Цены за абонементы, дающие право посещать все виды спортивных занятий варьируются от 1950 руб. до 3500 руб. (в зависимости от времени посещения) [2]. Было бы вполне логичным ввести льготы на цены абонементов для студентов ВГУЭС. К примеру, студенту, обучающемуся на платно-договорной основе, скидка 20% на приобретение абонемента, а студенту на бюджетной основе скидка 40%.

Также, к примеру, те студенты, которые не имеют задолженности по учебе, могут свободно, в любое рабочее время, посещать бассейн. Механизм отслеживания может быть следующим: в начале каждого семестра студент должен будет обратиться в администрацию «Чемпиона» с зачетной книжкой, где ему откроют доступ на посещение бассейна. Технически эту идею, конечно, необходимо адаптировать под работу учреждения, просчитать финансово-хозяйственные издержки, чтобы максимально учесть интересы обеих сторон. Сама суть идеи носит конструктивно-объективный характер с учетом того, что руководство вуза нацелено на создание максимально комфортных условий для своих студентов.

### Заключение

Проведение и организацию всех спортивно-массовых мероприятий в вузе осуществляет спортивный комплекс вместе с кафедрой физкультурно-оздоровительной и спортивной работы. Информации о проводимых мероприятиях практически нет на официальном сайте, либо их надо искать в общей ленте, что является неудобным для пользователей. Также не удалось получить какие-либо сведения о численно-

сти зрителей или востребованности спортивных мероприятий. Очевидно, именно по этой причине, на соревнованиях, проводимых во ВГУЭС, всегда мало зрителей, либо вообще нет. Проводником подобной информации и катализатором привлечения студентов на спортивные мероприятия вполне мог бы быть «Спортивный студенческий клуб» Центра молодежной политики ВГУЭС. Считаем также, что качество проводимых спортивных мероприятий должно находиться на контроле у ответственных за это направление лиц, потому как хорошо организованные соревнования являются важным средством вовлечения участников и зрителей в систематические занятия спортом.

Учитывая все вышесказанное, нужно отметить, что процесс организации физической культуры и спорта должен строиться на физическом уровне развития, состоянии здоровья студентов, их спортивной квалификации.

Нужно отметить, что важным и полезным как для человека, так и для общества в целом является занятие спортом, ведь физическая культура является тем, что способствует развитию общества, с помощью этого человек автоматически становится физически здоровым.

### Список литературы

1. Справочник компаний СК «Чемпион». [Электронный ресурс]: справочно-информационный портал. – Режим доступа: <http://www.vl.ru/champion>.
2. Сеть фитнес-клубов «Чемпион» во Владивостоке, для студентов, программа LiteFit. [Электронный ресурс]: справочно-информационный портал. – Режим доступа : <http://www.champion-vl.ru/>.
3. Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, студентам, абитуриентам, кафедра физкультурно-оздоровительной и спортивной работы. [Электронный ресурс]: справочно-информационный портал. – Режим доступа: [http://old.vvsu.ru/academic/department/id/1122814/kafedra\\_fizkulturno\\_ozdorovitelnoy\\_i/?gclid=Cj0KEQjw0v\\_IBRCEzKHK0KiCrKMBEiQA3--1No9JNtDfrfd9mZl0Ank200\\_WsvYlPa6huZurq-nezUaAuSt8P8HAQ4.http://ladyhealth.com.ua/woman-health/health/12302--nashe-zdorove-zavisit-ot-obrazazhizni-ekperty-voz.html](http://old.vvsu.ru/academic/department/id/1122814/kafedra_fizkulturno_ozdorovitelnoy_i/?gclid=Cj0KEQjw0v_IBRCEzKHK0KiCrKMBEiQA3--1No9JNtDfrfd9mZl0Ank200_WsvYlPa6huZurq-nezUaAuSt8P8HAQ4.http://ladyhealth.com.ua/woman-health/health/12302--nashe-zdorove-zavisit-ot-obrazazhizni-ekperty-voz.html).
4. Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, студенческая жизнь, спорт [Электронный ресурс]: справочно-информационный портал. – Режим доступа: <http://www.vvsu.ru/life/sport/>
5. Пономаренко В.В. Физическая культура // ВГУЭС, сайт цифровых учебно-методических материалов [Электронный ресурс]: справочно-информационный портал. – Режим доступа : [https://abc.vvsu.ru/books/fizkult\\_upr/page0001.asp](https://abc.vvsu.ru/books/fizkult_upr/page0001.asp).

УДК 376.112.4

## СПЕЦИФИКА ВЕРБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ У ДОШКОЛЬНИКОВ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Игнатова Т.К., Евтushенко И.В.

*Московский педагогический государственный университет, Москва, e-mail: evtivl@rambler.ru*

Одной из проблем, стоящих перед отечественным специальным и инклюзивным образованием, является разработка моделей преодоления специфических расстройств вербальной коммуникации у дошкольников с расстройствами аутистического спектра, приобретающих распространенный характер, а также определение эффективных коррекционно-образовательных технологий, способствующих нормализации личностных качеств дошкольников с расстройствами аутистического спектра, дающих возможность педагогам выявить результативность деятельности в коррекционно-развивающей работе. Модели выявления нарушений вербальной коммуникации дошкольников с расстройствами аутистического спектра, несмотря на актуальность, относительно неполно разработаны в отечественной коррекционной педагогике и специальной психологии. Авторами определены варианты нарушений вербальной коммуникации дошкольников с расстройствами аутистического спектра. В статье представлены результаты бакалаврского исследования, направленного на разработку и внедрение авторской образовательной программы по преодолению нарушений вербальной коммуникации дошкольников с расстройствами аутистического спектра.

**Ключевые слова:** вербальная коммуникация, дошкольники с расстройствами аутистического спектра, специальное обучение

## SPECIFICITY OF VERBAL COMMUNICATION IN CHILDREN WITH DISABILITIES OF AUTIST SPECTRUM

Ignatova T.K., Evtushenko I.V.

*Moscow State Pedagogical University, Moscow, e-mail: evtivl@rambler.ru*

One of the problems facing the national special and inclusive education is the development of models for overcoming specific disorders of verbal communication in children with autism spectrum disorders that are becoming widespread, as well as identifying effective correctional and educational technologies that contribute to the normalization of the personality traits of children with autism spectrum disorders giving the opportunity for educators to identify the effectiveness of activities in the correctional-developing education. Models to detect violations of verbal communication of children with autism spectrum disorders, despite the urgency, are relatively incompletely developed in domestic correctional education and special psychology. The authors determined the variants of violations of verbal communication of children with autism spectrum disorders. The article presents the results of a bachelor's study aimed at developing and implementing an author's educational program to overcome violations of verbal communication of children with autism spectrum disorders.

**Keywords:** verbal communication, children with autism spectrum disorders, special education

В отечественной и зарубежной специальной литературе имеется ряд исследований, посвященных коррекционной работе с детьми, имеющими расстройства аутистического спектра (далее – РАС): Е.Р. Баенская [4]; Л.Н. Демьянчук [7]; И.А. Зайцева [11]; И.И. Мамайчук [17]; О.С. Никольская [20]; особенности взаимодействия детей с РАС с другими людьми рассматривали И.Ю. Левченко, В.В. Ткачева [8; 9; 10]; О.Н. Усанова [26]; Н.В. Черепкова [27].

Целью нашего исследования выступили разработка и апробация оптимальных образовательных моделей, способствующих формированию вербальной коммуникации у дошкольников с РАС. Объект исследования – особенности вербальной коммуникации у дошкольников с РАС. Предмет исследования – процесс формирования вербальной коммуникации у дошкольников с РАС. Задачи исследования: анализ и обобщение данных научно-методической литературы по проблеме исследования вербальной

коммуникации у дошкольников с РАС; исследование вербальной коммуникации у дошкольников с расстройствами аутистического спектра; разработка и апробация успешных педагогических технологий для формирования вербальной коммуникации у дошкольников с РАС; проверка эффективности разработанной системы, включающей использование методов АВА-терапии. Гипотеза заключается в предположении того, что формирование коммуникативных навыков у дошкольников с РАС может быть эффективным при использовании методов АВА-терапии.

Научная новизна исследования состоит в создании авторской модели занятий, которая включает в себя следующие методики формирования вербальной коммуникации у детей дошкольного возраста с РАС: методы обучения АВА-терапии; просьба о повторении действия; просьба о помощи; умение описывать прошедшие события; умение поддержать диалог, организованный

собеседником; выражение удовольствия/неудовольствия; занятия логопедической ритмикой. В работе использовали следующие методы: 1) теоретические (изучение и теоретический анализ психологической, педагогической и методической литературы по теме исследования); 2) эмпирические (экспериментальное изучение данных о нарушении формирования вербальной коммуникации у дошкольников с РАС): наблюдение; опрос; тестирование; качественный и количественный анализ; 3) аналитические (сравнительный анализ и обобщение данных, полученных в ходе эксперимента).

Базой исследования выступил детский центр адаптации и развития для детей с РАС «Чудеса бывают» города Люберцы. В исследовании приняли участие пятеро дошкольников с РАС в возрасте 5–6 лет, не посещающие дошкольных образовательных организаций. Исследование проводилось в период с 2015 по 2017 годы и включало: первый этап – изучение и разработка модели, способствующей формированию вербальной коммуникации у дошкольников с РАС; второй этап – формирующий эксперимент.

Понятие «коммуникация» предполагает общение, передачу информации от одного человека к другому, как процесс общения людей, их обмен мыслями, идеями, информацией, чувствами, желаниями и объектом (совокупность технических средств, обеспечивающих передачу информации) [3].

Вербальная коммуникация является самым универсальным, доступным и распространенным типом общения. По сути, к данному виду общения относится передача той или иной информации от одного человека к другому посредством речи и адекватное восприятие ее другой стороной. К видам вербальной коммуникации относится устная и письменная речь, которая осуществляется посредством знаковой системы – языка и письменности [16; 22]. То есть, любая информация, которая транслируется с помощью речи и воспринимается через слух, подается в виде текстового сообщения и понимания его через чтение, относится к видам вербального общения. Язык и письменность – это главные вербальные средства коммуникации. К главным функциям языка относятся: коммуникативная – это непосредственно метод общения между людьми в широком понимании; конструктивная – возможность четкой формулировки определенной мысли в фразу сообщения; апеллятивная – средство убеждения и воздействия на адресата; фактическая – метод налаживания контакта с помощью соблюдения определенных правил (этикет); эмоционально-экспрессивная – способ выражения

субъективного личного отношения к теме или предмету разговора; аккумулятивная – возможность познания, сохранения, накопления и передачи информации следующим поколениям; эстетическая – возможность выражения мыслей в более яркой, свежей и уникальной форме.

Далее рассмотрим формы вербальной коммуникации. Под вербальным поведением человека понимается внешняя, внутренняя, устная и письменная речь. Внутренняя речь, как часть специфического мыслительного процесса, выражается в форме образов и интерпретаций. Когда человек четко определяет смысл своей внешней речи, у него отпадает необходимость формулировать внутреннюю речь в законченные фразы и предложения. Формулировка и фиксированность внутренней речи необходимы в случаях возникновения затруднений во внешней коммуникации. Внешняя речевая коммуникация подразумевает под собой межличностное общение в социуме. Ее целью являются повседневные контакты и обмен информацией с близкими, знакомыми, малознакомыми и совершенно посторонними людьми. В данном виде важны такие качества, как персонализация себя, адресность, непринужденность, эмоциональность и значительный уровень ситуативности для адекватного общения. К формам внешней речи относятся: диалог – разговор, беседа, устный обмен информацией, соображениями, мнениями; обсуждение той или иной темы между двумя и более людьми в непринужденной обстановке с возможностью свободно высказывать свое отношение и заключения по предмету разговора; дискуссия – обмен противоположными точками зрения с целью доказать свою правоту одному человеку или группе людей; спор, как метод выявления истинного значения или положения, является как одним из повседневных ситуативных видов коммуникации, так и научным методом с вербальными средствами коммуникации и применением доказательной базы; монолог – различные виды выступлений перед публикой или аудиторией, при которых единственный спикер обращает свою речь к большой группе слушателей; этот метод коммуникации реализуется в процессе обучения в ходе лекций, а также выступлений на различных собраниях.

Вербальными помехами в коммуникации могут быть проблемы возрастного, психологического или лексического характера. Так маленькие дети и люди с низким уровнем речевого развития не могут четко изъяснять свои мысли. Под лексическими помехами подразумевается слабое владение

языком или недостаток знаний для апеллирования к собеседнику.

Вербальная коммуникация делится на несколько видов: познавательный вид – это коммуникация, которая нацелена на освоение новой информации и применении полученных знаний на практике; убеждающий – подобный вид коммуникации ставит цель вызвать у собеседника определенные мысли, навязать какие-то свои идеи и сделать своего партнера по общению единомышленником; экспрессивный – нацелен на формирование у своего партнера психоэмоционального настроения; также с помощью подобного вида общения можно передать собеседнику свои чувства, переживания или побудить к определенному действию; суггестивный – вид коммуникации, который ставит себе цель влияния на собеседника для моделирования его поведения, переориентации ценностных приоритетов; ритуальный – ставит задачу урегулировать социальную психику в группах, сохранить ритуальные традиции.

Таким образом, вербальная коммуникация характерна только для человека. По своим характеристикам вербальная коммуникация в несколько раз шире, чем невербальные виды общения, но все же она не может полностью заменить их в повседневной жизни. Также можно отметить, что развитие вербальной коммуникации зависит от невербальных форм общения. В процессе общения человек получает вербальную информацию из различных источников, поэтому данный вид знаний важен, и значение вербальной коммуникации переоценить сложно.

РАС – это комплексные нарушения психического развития, которые характеризуются социальной дезадаптацией и неспособностью к социальному взаимодействию, общению и стереотипностью поведения (многократные повторения однообразных действий). РАС – это ряд особых поведенческих состояний, к которым относятся аутизм, синдром Аспергера и неспецифическое первазивное нарушение развития. Эти расстройства связаны с работой мозга, а именно – с нарушениями коммуникации, как внешней (социальной), так и внутренней. РАС разнятся по степени тяжести – встречаются как легкие, так и тяжелые случаи. Специалисты не пришли к единому мнению относительно того, какие состояния можно отнести к аутистическому спектру. Некоторые включают в их число синдром Ретта и детское дезинтегративное расстройство [24]. Еще в середине прошлого века аутизм был довольно редким заболеванием. Но со временем стало появляться все боль-

ше детей, страдающих этим нарушением. Статистика показывает, что частота встречаемости РАС у детей за последние 30–40 лет в странах, где проводится такая статистика, поднялась от 4–5 человек на 10 тысяч детей до 50–116 случаев на 10 тысяч детей. При этом мальчики больше подвержены этому заболеванию, чем девочки (соотношение примерно 4:1). Во всем мире до сегодняшнего дня ученые, изучающие причины возникновения аутизма, не пришли к единому мнению. Среди возможных факторов появления у детей этого нарушения называют некоторые гипотезы [25]: гипотеза о генетической предрасположенности; гипотеза, в основе которой лежат поражения центральной нервной системы (аутизм рассматривается как вариант дисгармоничного развития, обусловленный нарушениями развития мозга на ранних этапах онтогенеза); гипотезы о влиянии внешних факторов: инфекции, химические воздействия на организм матери в период беременности, родовые травмы, врожденные нарушения обмена веществ, влияние некоторых лекарственных средств, промышленные токсины.

Авторами [19, 23] отмечено, что основные симптомы РАС появляются в возрасте до 3 лет: отсутствие обмена звуками, улыбками и другими мимическими жестами к возрасту 9 месяцев; потеря способности лепетать, говорить, развивать социальные навыки (в любом возрасте); сложности с использованием и пониманием невербальных знаков – мимики, языка тела, жестов; стремление избегать зрительного контакта; неумение заводить отношения с другими детьми; невозможность разделить интересы или достижения с другими людьми (ребенок не показывает на предметы пальцем); неспособность общаться с окружающими или выражать чувства; задержка речевого развития или отсутствие речи вообще; неумение начать или поддерживать диалог; необычная речь, повторы; неумение что-то изображать или имитировать социальное взаимодействие; навязчивые интересы; малейшие изменения выводят ребенка из себя; привязанность к распорядку и ритуалам; повторяющиеся действия, например, привычка хлопать в ладоши, щелкать пальцами, раскачиваться, крутиться вокруг своей оси; озабоченность одной деталью предмета – например, колесом игрушечного паровозика, пропеллером вертолета, необычные реакции на вкус, запах, внешний вид или текстуру предметов; нарушения мелкой или крупной моторики. Например, ребенку сложно держать в руке карандаш или бегать [13]. Детский аутизм рассматривается как нарушение развития, которое затрагивает

все сферы психики ребенка: интеллектуальную, эмоциональную, чувствительность, двигательную сферу, внимание, мышление, память, речь [15].

Рассмотрим подробнее виды нарушения развития у детей с расстройством аутистического спектра. Нарушения речевого развития: в раннем возрасте можно отметить отсутствие или слабое гуление и лепет. После года становится заметно, что ребенок не использует речь для общения со взрослыми, не отзывается на имя, не выполняет речевые инструкции. К двум годам у детей очень маленький словарный запас. К трем годам они не строят фразы или предложения. При этом дети часто стереотипно повторяют слова (часто непонятные для окружающих) в виде эхо. У некоторых детей отмечается отсутствие развития речи. У других же речь продолжает развиваться, но при этом все равно присутствуют нарушения коммуникации. Дети не используют местоимения, обращения, говорят о себе в третьем лице. В некоторых случаях отмечается регресс ранее приобретенных навыков речи. Трудности в общении и отсутствие эмоционального контакта с окружающими: такие дети сторонятся тактильного контакта, практически полностью отсутствует и зрительный контакт, присутствуют неадекватные мимические реакции и трудности в использовании жестов. Дети чаще всего не улыбаются, не тянутся к родителям и сопротивляются попыткам взять взрослым их на руки. У детей с аутизмом отсутствует способность выражать свои эмоции, а также распознавать их у окружающих людей. Отмечается отсутствие сопереживания другим людям. Ребенок вместе со взрослым не сосредотачивается на одной деятельности. Дети с аутизмом не идут на контакт с другими детьми или избегают его, им трудно сотрудничать с остальными детьми, чаще всего они склонны уединяться (трудности в адаптации к окружающей среде). Нарушение исследовательского поведения: детей не привлекает новизна ситуации, не интересуется окружающая обстановка, не интересны игрушки. Поэтому дети с аутизмом чаще всего используют игрушки необычно, например, ребенок может не катать машинку целиком, а часами однообразно крутить одно из ее колес или, не понимая предназначения игрушки, использовать ее в других целях. Нарушения пищевого поведения: ребенок с аутизмом может быть крайне избирательным в предлагаемых продуктах, еда может вызывать у ребенка брезгливость, опасность, нередко дети начинают обнюхивать пищу. Но вместе с этим дети могут пытаться съесть несъедобную вещь. На-

рушение поведения самосохранения: в силу большого количества страхов ребенок часто попадает в ситуацию, опасную для себя. Причиной может быть любой внешний раздражитель, который вызывает у ребенка неадекватную реакцию. Например, внезапный шум может заставить ребенка убежать в случайно выбранном направлении. Также причиной является игнорирование реальных угроз жизни: ребенок может очень высоко залезть, играть с острыми предметами, перебегать дорогу, не глядя [14]. Нарушение моторного развития: как только ребенок начинает ходить, у него отмечают неловкость. Также некоторым детям с аутизмом присуще хождение на носочках, весьма заметно нарушение координации рук и ног. Таких детей очень трудно научить бытовым действиям, им достаточно тяжело дается подражание. Вместо этого у них развиваются стереотипные движения (совершать однообразные действия в течение долгого времени, бегать по кругу, раскачивания, взмахи «как крыльями» и круговые движения руками), а также стереотипные манипуляции с предметами (перебирание мелких деталей, выстраивание их в ряд). Дети с аутизмом с заметным трудом осваивают навыки самообслуживания. Выражена моторная неловкость. Нарушения восприятия: трудности в ориентировке в пространстве, фрагментарность в восприятии окружающей обстановки, искажение целостной картины предметного мира. Трудности в концентрации внимания: дети с трудом сосредотачивают внимание на чем-то одном, присутствует высокая импульсивность и неусидчивость. Плохая память: часто и родители, и специалисты замечают, что дети с аутизмом хорошо запоминают то, что для них значимо (это может вызывать у них удовольствие или страх). Такие дети на долгое время запоминают свой испуг, даже если он произошел очень давно. Особенности мышления: специалисты отмечают трудности в произвольном обучении. Также дети с аутизмом не сосредотачиваются на осмыслении причинно-следственных связей в происходящем, присутствуют трудности переноса освоенных навыков в новую ситуацию, конкретность мышления. Ребенку сложно понять последовательность событий и логику другого человека. Поведенческие проблемы: негативизм (отказ слушать инструкции взрослого, выполнять с ним совместную деятельность, уход из ситуации обучения). Часто сопровождается сопротивлением, криками, агрессивными вспышками. Огромной проблемой являются страхи таких детей. Обычно они непонятны окружающим, потому что зачастую дети не могут их объяснить.

Ребенка могут пугать резкие звуки, какие-то определенные действия. Еще одно поведенческое нарушение – агрессия. Любое расстройство, нарушение стереотипа, вмешательство внешнего мира в жизнь ребенка может спровоцировать агрессивные (истеричку или физическую атаку) и аутоагрессивные вспышки (повреждения себя самого) [15]. При этом, каждый случай отклоняющегося развития очень индивидуален: аутизм может иметь большинство перечисленных признаков в крайней степени проявления, а может проявляться лишь некоторыми еле заметными особенностями.

Существует несколько действующих классификаций РАС, рассмотрим самые основные и часто встречающиеся на практике формы: синдром Каннера (ранний детский аутизм) – характеризуется «триадой» основных нарушений: трудностью установления контактов со внешним миром, стереотипичностью в поведении, а также задержкой или нарушением коммуникативных функций речевого развития. Также необходимо отметить условие раннего появления данных симптомов примерно до двух с половиной лет). Он проявляется у детей в четырех формах в зависимости от степени отгораживания от внешнего мира: полная отрешенность от происходящего: эта группа характеризуется отсутствием речи и невозможностью организовать ребенка (наладить зрительный контакт, добиться выполнения инструкций и поручений); при попытках взаимодействия с ребенком, он демонстрирует наибольший дискомфорт и нарушение активности; активное отвержение характеризуется большим контактом с окружающей средой, чем первая группа; нет такой отрешенности, но присутствует неприятие части мира, которая неприемлема ребенку, при этом он проявляет избирательное поведение (в общении с людьми, в еде, в одежде); захваченность аутистическими интересами, характеризуется образованием сверхценных пристрастий (ребенок постоянно погружен в одну и ту же тему для обсуждения, рисует единственный сюжет); взгляд таких детей направлен на лицо человека, но смотрят они «сквозь» этого человека; у таких детей вызывает удовольствие стереотипное воспроизведение отдельных впечатлений; чрезвычайная трудность организации общения и взаимодействия; характерна повышенная ранимость, контакт с миром прекращается при малейшем ощущении препятствий; с такими детьми можно установить зрительный контакт [12]; синдром Аспергера формируется с рождения; у детей наблюдается раннее начало речевого развития, богатый словарный запас, развитое логическое

мышление, не отмечается нарушений в умственном развитии, но при этом страдает коммуникативная сторона речи: такие дети не умеют устанавливать контакт с другими людьми, не слушают их, могут беседовать сами с собой, не соблюдают в общении дистанцию, не умеют сопереживать другим людям; синдром Ретта, его особенность заключается в нормативном развитии ребенка до полутора лет, после чего отмечается распад ранее приобретенных речевых, двигательных и поведенческих навыков; характеризуют данное состояние стереотипии, как однообразные движения рук, в виде потирания, заламывания, не носящих целенаправленного характера; довольно редкий из представленных синдромов, встречается практически всегда только у девочек; детский психоз, первые проявления симптомов до трех лет; характеризуется нарушениями социального поведения, коммуникативными нарушениями; присутствуют стереотипии в поведении (дети однообразно бегают по кругу, покачиваются стоя и сидя, перебирают пальцы рук, потряхивают кистями); такие дети имеют нарушения в приеме пищи: они могут проглатывать пищу не жуя; речь их неясная, иногда может представлять собой бессвязный набор слов; бывают периоды, когда дети застывают на месте, как куклы; атипичный аутизм отличается от аутизма по возрастному проявлению и отсутствием одного критерия из «триады» основных нарушений.

Несмотря на то, что природа нарушений аутистического спектра на сегодняшний день до конца не ясна, доказано, что они не являются следствием неправильного родительского воспитания. Также полностью отвергнуты идеи о том, что эти дети сознательно отказываются от подходящего социального поведения, и поэтому их можно заставить вести себя в соответствии с социальными нормами и правилами. Кроме того, существуют теории об иммунологической (из-за прививок), метаболической (нарушений обмена) и алиментарной (вредные вещества в еде или нарушение усвояемости отдельных питательных веществ) причинах аутизма. На сегодняшний день ясные доказательства их обоснованности отсутствуют.

Чаще всего родители обращаются к специалистам из-за отсутствия речи или задержки ее развития. Известно, что одна из наиболее часто встречающихся причин отставания в развитии речи – это нарушения слуха. Если ребенок не говорит или говорит очень непонятно, мало реагирует на обращенную речь – обязательно надо обратить внимание на его слух, проверка слуха может

быть осуществлена, например, в сурдологическом центре.

Сейчас проводится значительная исследовательская работа по поискам генетической причины аутизма, главная цель которой – добиться более четкого понимания его нейробиологической картины. Хотя и существуют веские доказательства генетической природы аутизма, прямая связь между какими-либо определенными генами и наличием аутизма не установлена. Итак, конкретная причина возникновения аутизма пока не известна, но предполагается, что он является результатом отклонений в развитии головного мозга и патологической активности мозговой деятельности, усиливающихся генетическим компонентом. Самым основным, ядерным нарушением при аутистическом типе дизонтогенеза (отклоняющегося развития) является нарушение коммуникации. Именно поэтому, когда ребенок «просто плохо разговаривает», очень важно исключить данный тип нарушений.

Независимо от уровня интеллекта, наличия или отсутствия речи (недоразвитие которой в данном случае является вторичной проблемой) – такие дети не способны вступать в социальное взаимодействие на уровне, соответствующем их уровню развития. Имея возможность сравнить, мы увидим, что ребенок с умеренной степенью умственной отсталости, речь которого не развивалась именно по этой причине, способен гораздо более явно и адекватно просигнализировать о своих желаниях и потребностях – пользуясь общепонятными жестами, звуками [1; 2; 5; 6; 28; 29; 30]. Иными словами, ребенок с нарушением развития аутистического спектра может иметь великолепную память, но избирательно запоминать только то, что его увлекает – марки машин, местонахождения кондитерских магазинов или рекламных щитов с любимыми логотипами. Также он может знать и произносить довольно сложные слова («хеллоуин», «аквапарк») но не пользоваться ими в нужной ситуации [18].

В Министерстве здравоохранения Российской Федерации профессор, главный внештатный специалист – детский невролог А.С. Петрухин назвал аутизм одной из самых распространенных детских болезней; по его мнению, в России им страдает один ребенок из тысячи, другие российские эксперты называют еще большие цифры. Практически всем аутичным детям присущи те или иные особенности развития речи при недостаточности ее коммуникативного пользования. Коммуникативные нарушения при аутизме варьируются, как по уровню речевого развития, так и по поведенческим

проявлениям. Это проявляется в следующем: отсутствие реакции на речь других людей (ребенок может не реагировать на собственное имя); стереотипное использование речи; использование обычных слов в необычном контексте; трудности с пониманием смысла и употреблением понятий; неспособность начать и поддерживать диалог; нарушения просодики; замена местоимений; задержка или остановка речевого развития; нарушения невербальной коммуникации. Как известно, у детей с нормативным развитием диалог предваряет монолог и именно диалог приобретает социальное значение для ребенка. У аутичных детей эта последовательность искажена, и в ряде случаев при наличии монологической речи диалог отсутствует.

Существуют различные подходы к развитию коммуникативных способностей детей с аутизмом: поведенческая терапия (оперантный подход); ТЕАССН-подход; эмоционально-уровневый подход и др. Однако изучение современных исследований позволяет сделать вывод о недостаточности практических разработок и методических рекомендаций по социально-бытовой реабилитации детей с аутизмом, что позволило бы повысить эффективность педагогической деятельности по их социальной адаптации. Результаты исследований по коррекции коммуникации у таких детей показали, что положительные результаты приносят лишь имеющие четкую структуру специализированные программы обучения, разработанные с учетом индивидуальных нужд ребенка. Эффективная программа помощи должна включать в себя много компонентов (обучение коммуникации, менеджмент поведения, сенсорную интеграцию, развитие социальных и когнитивных навыков и т.д.), последовательно, комплексно и скоординировано реализовываться хорошо подготовленными специалистами с участием семьи ребенка [21].

Многие дети с РАС могут добиться успеха в общеобразовательных школах при условии некоторой поддержки и адаптации условий обучения. Но отдельным обучающимся с более тяжелыми формами РАС требуются индивидуальные образовательные планы и программы. Программы обучения, адаптированные для детей с РАС, включают как академические, так и личностные (жизненно важные) компетенции для максимальной реализации потенциала этих людей к дальнейшей самостоятельной жизни. Таким образом, расстройства аутистического спектра влияют на развитие вербальной коммуникации, для улучшения которой необходимо

применять различные коррекционные мероприятия.

Рассмотрев теоретические основы формирования вербальной коммуникации у дошкольников с РАС, можно сделать выводы о том, что вербальная коммуникация – это способ выражения мыслей людьми при помощи слов (в устной и в письменной формах). Особое значение приобретает подбор слов и стиль речи (официальный, личностно ориентированный). Письменная речь не всегда позволяет определить передаваемое автором эмоциональное состояние интонаций при произнесении фразы главным героем книги, «изложенное между строк»; основные симптомы РАС появляются в возрасте до трех лет: отсутствие обмена звуками, улыбками и другими мимическими жестами к возрасту девяти месяцев; потеря способности лепетать, говорить, развивать социальные навыки (в любом возрасте); сложности с использованием и пониманием невербальных знаков – мимики, языка тела, жестов; стремление избегать зрительного контакта; неумение заводить отношения с другими детьми; невозможность разделить интересы или достижения с другими людьми и др.; коммуникативные нарушения при аутизме варьируются.

#### Список литературы

1. Алигузева Г.Т., Евтушенко И.В. Преодоление дисграфии у младших школьников средствами изобразительной деятельности // *Современные проблемы науки и образования*. – 2016. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25104> (дата обращения: 31.08.2016).
2. Алигузева Г.Т., Евтушенко И.В., Евтушенко Е.А. Логопедическая работа с младшими школьниками по преодолению дисграфии средствами изобразительной деятельности / Г.Т. Алигузева, И.В. Евтушенко, Е.А. Евтушенко // *Современные наукоемкие технологии*. – 2016. – № 9 (часть 2). – С. 254–258.
3. Астапов В.М. Психодиагностика и коррекция детей с нарушениями и отклонениями развития [Текст]: Хрестоматия / В.М. Астапов, Ю.В. Микадзе. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2013. – 256 с.
4. Баенская Е.Р. Ранние этапы аффективного развития в норме и патологии: учебное пособие / Е.Р. Баенская. – М.: Изд-во УРАО, 2001. – 84 с.
5. Борякова Н.Ю., Данилова А.М., Евтушенко Е.А., Евтушенко И.В., Левченко И.Ю., Лифанова Т.М., Орлова О.С., Ткачева В.В., Туманова Т.В., Филичева Т.Б. К вопросу о наименовании отдельных категорий обучающихся с ограниченными возможностями здоровья / Н.Ю. Борякова и др. // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2016. – № 10 (часть 2). – С. 175–177.
6. Данилова А.М., Евтушенко И.В. Примерное содержание учебной дисциплины «Специальная педагогика» / А.М. Данилова, И.В. Евтушенко // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2017. – № 3 (часть 1). – С. 10–18.
7. Детский аутизм: диагностика и коррекция: учебное пособие для студентов высших и средних педагогических, психологических и медицинских учебных заведений / Е.С. Иванов, Л.Н. Демьянчук, Р.В. Демьянчук. – СПб.: Изд-во «Дидактика Плюс», 2013. – 80 с.
8. Дистанционное образование: педагогу о школьниках с ограниченными возможностями здоровья / Под ред. И.Ю. Левченко, И.В. Евтушенко, И.А. Ничольской. – М.: Национальный книжный центр, 2013. – 336 с.
9. Евтушенко И.В., Левченко И.Ю. К разработке компетенций специалистов в сфере ранней помощи детям с ограниченными возможностями здоровья и детям группы риска // *Современные проблемы науки и образования*. – 2016. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=24279> (дата обращения: 04.04.2016).
10. Евтушенко И.В., Левченко И.Ю., Фальковская Л.П. Особенности разработки программы ранней помощи и сопровождения детей с ограниченными возможностями здоровья и их семей // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/130-23501> (дата обращения: 02.12.2015).
11. Зайцева И.А. Коррекционная педагогика: учеб. пособие. / И.А. Зайцева, В.С. Кукушин и др. – М.: ИКЦ МарТ, 2010. – 352 с.
12. Истратова О.Н. Большая книга детского психолога: психологический практикум / О.Н. Истратова, Г.А. Широкова, Т.В. Эсакусто. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 568 с.
13. Каннер Л. Аутистические нарушения аффективного контакта / Л. Каннер. – М.: ИКЦ МарТ, 2011. – 352 с.
14. Карашук Л.Н. Проблема аутизма в современном мире / Л.Н. Карашук, М.И. Разживина // *Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие*. – 2014. – № 1 (4). – С. 1–7.
15. Котова И.Б. Общая психология: учебное пособие / И.Б. Котова, О.С. Канаркевич. – М.: Дашков и К, Академцентр, 2013. – 480 с.
16. Логопедия / Под ред. Т.Б. Филичевой. – М.: Эксмо, 2017. – 608 с.
17. Мамайчук И.И. Помощь психолога детям с аутизмом / А.Г. Мамайчук. – Санкт-Петербург: Речь, 2010. – 288 с.
18. Микиртумов Б.Е. Аутизм: история вопроса и современный взгляд / Б.Е. Микиртумов, П.Ю. Завитаев. – СПб.: Н-Л, 2012. – 94 с.
19. Немов П.С. Общая психология. В 3-х т. Т. 3. Психология личности: учебник / П.С. Немов. – М.: Юрай. 2012. – 739 с.
20. Никольская О.С. Аутичный ребенок. Пути помощи / О.С. Никольская, Е.Р. Баенская, М.М. Либлинг. – М.: Теревинф, 2010. – 288 с.
21. Орлова О.С., Евтушенко И.В., Левченко И.Ю. К вопросу о наименовании должностей педагога-дефектолога, требованиям к образованию и обучению // *Современные проблемы науки и образования*. – 2016. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25118> (дата обращения: 09.09.2016).
22. Основы дошкольной логопедии / Т.Б. Филичева, О.С. Орлова, Т.В. Туманова и др. – М.: Эксмо, 2015. – 320 с.
23. Прикладной анализ АВА терапии. – URL: [http://centr-7ya.ru/catalog/prikladnoy\\_analiz\\_povedeniya\\_ava](http://centr-7ya.ru/catalog/prikladnoy_analiz_povedeniya_ava).
24. Рамендик Д.М. Общая психология и психологический практикум / Д.М. Рамендик. – М.: Форум, 2013. – 304 с.
25. Рудик О.С. Коррекционная работа с аутичным ребенком / О.С. Рудик. – М.: Владос. 2015. – 189 с.
26. Усанова О.Н. Специальная психология / О.Н. Усанова. – СПб.: Питер, 2011. – 276 с.
27. Черепкова Н.В. Особенности психического и речевого развития детей с ранним детским аутизмом / Н.В. Черепкова, Д.А. Иванова // *Science Time*. – 2014. – № 12 (12). – С. 606–614.
28. Чудина Е.Ю., Евтушенко И.В. Особенности формирования зрительного восприятия у детей раннего возраста с органическим поражением ЦНС // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* / Е.Ю. Чудина, И.В. Евтушенко. – 2016. – № 10 (часть 2). – С. 326–330.
29. Чудина Е.Ю., Евтушенко И.В. Роль коррекционных занятий по формированию сенсорного восприятия у детей раннего возраста с органическим поражением ЦНС // *Современные наукоемкие технологии* / Е.Ю. Чудина, И.В. Евтушенко. – 2016. – № 10 (часть 1). – С. 200–204.
30. Шушера И.С., Евтушенко И.В., Евтушенко Е.А. Возможности использования современных арттерапевтических технологий в работе с детьми с задержанным психическим развитием старшего дошкольного возраста // *Современные наукоемкие технологии* / И.С. Шушера, И.В. Евтушенко, Е.А. Евтушенко. – 2016. – № 12 (часть 2). – С. 433–436.

УДК 314.4

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Зубриядова Н.С., Дмитриев А.П., Мошенская О.А.**

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, e-mail: goziz59@mail.ru*

В статье рассматриваются вопросы изучения закономерностей заболеваемости подростков с использованием методов статистического изучения динамических рядов, оцениваются тенденция динамики показателя первичной заболеваемости подростков, колеблемость показателя и пространственная вариация. Первичная заболеваемость подростков адекватно описывается линейной моделью второго порядка. Полученная регрессия значимая, положительная, установленная тенденция устойчива. Колеблемость характеризуется случайным типом колебаний средней силы. Авторами выдвигается гипотеза, что установленные закономерности поведения показателя связаны с влиянием множества равноценных по значимости независимых факторов. Проведена оценка взаимосвязи факторов, определяющих социально-экономическое благополучие территории, и заболеваемости подростков (на примере Пензенской области) с использованием корреляционного анализа. Оценивалось наличие связи между отдельными признаками и между колебаниями признаков. Достоверная средняя корреляция получена между показателями первичной заболеваемости подростков и расходами на здравоохранение, прожиточным минимумом, среднедушевым доходом, размером продуктовой корзины.

**Ключевые слова:** динамические ряды, первичная заболеваемость подростков, социально-экономические факторы

## ON THE QUESTION OF EVALUATION OF THE INFLUENCE OF SOCIO- ECONOMIC FACTORS ON THE HEALTH OF ADOLESCENTS OF THE PENZA REGION

**Zubriyanova N.S., Dmitryev A.P., Moshenskaya O.A.**

*Penza State University, Penza, e-mail: goziz59@mail.ru*

In the article the authors consider the results of scientific work on the study of adolescent morbidity. The study of primary adolescent morbidity was carried out using methods of statistical analysis of dynamic series. The methodology included the calculation of trends in the dynamics of morbidity, the variability of the primary incidence rate and spatial variation. To describe the adolescent morbidity, a second-order linear model was chosen. The resulting regression is significant, positive, the established trend is stable. The correlation between adolescent morbidity and social and economic factors was studied. A correlation was established between adolescent morbidity and expenditure on health care, the subsistence minimum, average per capita income, and the size of the food basket.

**Keywords:** dynamic series, adolescent morbidity, variation, socio-economic factors

По данным научных исследований, популяционное здоровье определяется взаимодействием большого числа факторов: биологических, экологических, образа жизни, социально-экономических [1, 4, 5, 6].

Нами проводится изучение взаимосвязи факторов окружающей среды и здоровья населения Пензенской области. Целью исследования является изучение закономерностей динамики заболеваемости подростков и влияния социально-экономических факторов на заболеваемость подростков Пензенской области.

Сведения о заболеваемости подростков, выявленной впервые, получены из сводной годовой формы статистической отчетности №12 «Заболеваемость, зарегистрированная у населения, проживающего в районе обслуживания ЛПУ».

Для выявления основных закономерностей изменения заболеваемости и причин установленных закономерностей проведен

анализ заболеваемости подростков в период с 1996 по 2015 годы с использованием методов статистического изучения динамических рядов [2, 3].

При изучении показателя заболеваемости оценивались тенденция динамики, колеблемость и пространственная вариация.

Для выявления типа тенденции динамики и измерения параметров тренда используются методы регрессионного анализа. Для оценки типа тенденции выбраны линейная модель I порядка и линейная модель II порядка. Оценивается связь между реальным откликом и расчетным, значимость регрессии, значимость вклада параметров регрессии, выбросы, соответствие данных закону нормального распределения. После оптимизации регрессионной модели принималось окончательное решение о форме тренда.

Методика изучения показателей колеблемости включала определение типа колебаний и силы колебаний. Для оценки устойчивости выявленных закономерностей

измеряли устойчивость колеблемости и устойчивость тенденции динамики.

Пространственная вариация измерялась отклонениями индивидуальных значений признака от среднего значения. Оценивались основные показатели, характеризующие вариацию признака (среднее, дисперсия, коэффициент вариации).

Для выделения приоритетных причин проведена оценка эмпирических уровней показателя заболеваемости на соответствие нормальному закону: оценивались значения в динамике для территорий (для динамического ряда), в течение одного временного промежутка между разными территориями. Решение в пользу существования одной или нескольких доминирующих причин принималось при отклонении эмпирических уровней от нормального закона [2, 3, 7].

Математическая обработка статистических данных проведена с использованием АС «СГМ», Microsoft Excel.

Для измерения тесноты связи между показателями заболеваемости и показателями, характеризующими уровень социального благополучия, использован коэффициент корреляции Спирмена, поскольку он позволяет оценивать наличие связи независимо от характера распределения данных [2, 3].

В результате исследования установлены определенные закономерности поведения показателя первичной заболеваемости. Полученные результаты представлены в таблице 1. Линейной моделью первого порядка адекватно описывается тенденция

динамики показателя первичной заболеваемости подростков 20 территориальных единиц, включая город Пензу. Выявленная тенденция динамики значима, положительна, что свидетельствует о равномерном росте показателя заболеваемости на этих территориях [3]. Причины выявленной тенденции динамики следует искать во взаимодействии множества равнозначных факторов. Вторая группа территорий адекватно описывается линейной моделью второго порядка. В группу вошли 10 территориальных единиц. Из них в Бековском, Мокшанском, Сосновоборском, Никольском районах и г. Кузнецке полученная регрессия не значима. Тенденция динамики в Иссинском районе значима, коэффициент регрессии отрицательный, из чего следует основная тенденция – неравномерное ускоряющееся снижение показателя заболеваемости. В Пачелмском, Малосердобинском и Каменском районах основная тенденция динамики – ускоряющийся рост показателя. Для территорий, входящих во вторую группу, следует предположить существование нескольких приоритетных факторов, влияющих на поведение показателя. По области в целом эмпирические данные адекватно описываются линейной моделью второго порядка. Регрессия значимая положительная, оба коэффициента регрессии значимы. Имеет место ускоряющийся рост показателя, следует предположить наличие нескольких приоритетных причин изменения показателя [3].

**Таблица 1**

Результаты исследования первичной заболеваемости подростков Пензенской области с использованием регрессионного анализа

Ранжированный ряд по коэффициенту регрессии $B_1$						
№	Район	Модель регрессии	Коэффициенты регрессии			Значимость регрессии
			$B_0$	$B_1$	$B_2$	
1	2	3	4	5	6	7
1	Земетчинский	линейная 1 порядка	119507,7	3486,5		значима
2	Камешкирский	линейная 1 порядка	115933,1	3779,3		значима
3	Вадинский	линейная 1 порядка	66736	3823,9		значима
4	Городищенский	линейная 1 порядка	104458,1	4084,0		значима
5	Лунинский	линейная 1 порядка	97571,7	4287,6		значима
6	Белинский	линейная 1 порядка	123696,8	4522,5		значима
7	Кузнецкий	линейная 1 порядка	88767,5	4578,5		значима

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
8	Башмаковский	линейная 1 порядка	132816,1	5227,0		значима
9	Шемьшейский	линейная 1 порядка	109774,6	5416,2		значима
10	Наровчатский	линейная 1 порядка	99476,2	5486,2		значима
11	Нижнеломовский	линейная 1 порядка	100925,4	5545,6		значима
12	Беднодемьяновский	линейная 1 порядка	97564,5	5682,2		значима
13	Лопатинский	линейная 1 порядка	113704,4	5900,7		значима
14	Тамалинский	линейная 1 порядка	97380,3	7152,3		значима
15	Пензенский	линейная 1 порядка	111569,2	7176,7		значима
16	Сердобский	линейная 1 порядка	135899,5	7469,0		значима
17	Бессоновский	линейная 1 порядка	102159,1	8043,8		значима
18	Кондольский	линейная 1 порядка	91207,5	8372,7		значима
19	Кольшлейский	линейная 1 порядка	134973,9	9145,5		значима
20	г. Пенза	линейная 1 порядка	125873,6	10310,9		значима
1	Бековский	линейная 2 порядка	137085	2825	-1653,0	не значима
2	Иссинский	линейная 2 порядка	176168,9	-7240,3	-759,4	значима
3	Мокшанский	линейная 2 порядка	107347	1985	-165,0	не значима
4	Г. Кузнецк	линейная 2 порядка	95061	1100	109,6	не значима
5	Пачелмский	линейная 2 порядка	58780	3803	174,0	значима
6	Малосердобинский	линейная 2 порядка	986445,9	138,3	355,9	значима
7	Неверкинский	линейная 2 порядка	96725	1062	383,4	значима
8	Сосновоборский	линейная 2 порядка	91134	510	892,0	не значима
9	Никольский	линейная 2 порядка	32908	9558	900,0	не значима
10	Каменский	линейная 2 порядка	90130,4	2188,5	1181,4	значима
	По области	линейная 2 порядка	118456,4	3754,9	304,8	значима

Для оценки устойчивости выявленной направленности изменений, т.е. тенденции динамики показателей первичной заболеваемости по Пензенской области и оценке устойчивости уровней динамического ряда проведен ранговый корреляционный анализ (Ч. Спирмен). Анализ устойчивости тренда выявил полную устойчивость тренда для подростков. В отличие от тренда устойчивость уровней динамического ряда ниже. Слабая устойчивость динамического ряда отмечена в Бековском, Иссинском, Каменском, Малосердобинском, Мокшанском, Никольском, Пачелмском, Сосновоборском районах, г. Кузнецке. По области имеем устойчивый рост показателя.

Характер отклонений уровней первичной заболеваемости подростков от тренда характеризуется случайным типом колебаний по всем территориям, в том числе и по Пензенской области в целом. Кроме того, на некоторых территориях к случайным колебаниям добавляются циклические колебания. К территориям с циклическими и случайным типом колебаний относятся Башмаковский, Бековский, Камешкирский, Малосердобинский, Никольский, Сосновоборский районы и г. Кузнецк. Длина цикла от 8 до 12 лет. Поскольку случайная компо-

нента в колебаниях выражена значительно, корректно говорить об элементах цикличности. Причину случайного типа колебаний следует искать во взаимодействии множества разнообразных факторов [3]. В результате взаимодействия факторов возникают случайные бессистемные колебания уровней показателя первичной заболеваемости. Циклические колебания возникают в результате усиливающегося влияния отдельных факторов. Тип колебаний следует учитывать при установлении причин колеблемости [3].

По силе колеблемости можно выделить территории с сильной, средней и слабой колеблемостью. Сильная колеблемость, т.е. значительное отклонение уровней первичной заболеваемости от тренда, установлена в Бековском и Иссинском районах, слабая колеблемость – в Городищенском, Никольском, Сердобском, Тамалинском, Шемьшейском районах. Остальные территории имеют среднюю колеблемость уровней первичной заболеваемости подростков. По области колеблемость слабой силы. В целом у подростков преобладают территории со средней колеблемостью уровней первичной заболеваемости.

Изучение пространственной вариации показало, что средний уровень показате-

ля первичной заболеваемости подростков по Пензенской области растет. Относительное отклонение по модулю показателя заболеваемости разных территорий от средней величины составляет ежегодно 11–20%.

Характер распределения эмпирических данных позволяет предположить, что причиной пространственной вариации показателя первичной заболеваемости является множество равноценных по значимости независимых факторов [3].

Следующий этап исследования включил оценку влияния социально-экономических факторов на заболеваемость подростков Пензенской области.

В исследовании уровень социального благополучия территорий Пензенской области оценивался следующими показателями: расходы на здравоохранение (руб./чел.); расходы на образование (руб./чел.); среднедушевой доход (руб./чел.); прожиточный минимум (руб./чел.); продуктовая корзина (руб.); доля ниже прожиточного минимума (%); площадь на человека (м<sup>2</sup>); доля жилищ, не оборудованных водопроводом (%); выброшено в атмосферу количество загрязняющих веществ от стационарных источников на 1 жителя (т); текущие затраты на охрану природы (руб.); плата за допустимые и сверхнормативные выбросы (руб.); численность пенсионеров в городах и районах области; число семей, улучшивших свои жилищные условия; численность пользователей в общедоступных библиотеках (тыс. чел.); число зарегистрированных преступлений на 100000 человек; производство зерна на душу населения (кг); производство картофеля на душу населения (кг); производство овощей на душу населения (кг); производство мяса на душу населения (кг); производство молока на душу населения (кг).

Измерение тесноты связи между расходами на здравоохранение, среднедушевым доходом, прожиточным минимумом, продуктовой корзиной и уровнями первичной и общей заболеваемости подростков выявило наличие средней положительной связи. Результаты представлены в табл. 2. Наличие средней положительной связи можно объяснить разными причинами. Во-первых, увеличение расходов на здравоохранение может быть следствием роста заболеваемости. Во-вторых, увеличение расходов на медицинскую помощь делает ее более доступной, повышает качество, условия оказания помощи, вследствие чего население чаще обращается за медицинской помощью.

Обращает на себя внимание тот факт, что аналогичная ситуация складывается как в отношении показателя первичной заболеваемости, так и в отношении показателя общей заболеваемости. Показатель первичной заболеваемости отражает не только состояние медицинской помощи населению, но и состояние первичной профилактики. Показатель общей заболеваемости в большей степени характеризует состояние медицинской помощи населению.

Изучение пространственной вариации заболеваемости подростков и вариации таких показателей, как выбросы от стационарных источников на одного жителя, численность семей, улучшивших жилищные условия, численность зарегистрированных пользователей в общедоступных библиотеках, численность зарегистрированных преступлений, площадь на человека, доля жилищ, не оборудованных водопроводом, выявило наличие достоверной средней или слабой связи между признаками, коэффициент корреляции не превышает 0,4.

**Таблица 2**

Результат измерения тесноты связи между показателями, характеризующими уровень социального благополучия, и показателем первичной заболеваемости подростков Пензенской области

Уровень социального благополучия	Заболеваемость подростков на 1000 населения	
	первичная	общая
Расходы на здравоохранение, руб./чел.	0,48 Связь средняя	0,49 Связь средняя
Среднедушевой доход, руб./чел.	0,41 Связь средняя	0,51 Связь средняя
Прожиточный минимум, руб./чел.	0,4 Связь средняя	0,47 Связь средняя
Продуктовая корзина, руб.	0,31 Связь средняя	0,34 Связь средняя

Установлена средняя положительная корреляция между площадью на человека (кв. м) и заболеваемостью подростков, чем выше площадь жилья на человека, тем выше первичная заболеваемость (0,38).

Не установлено наличие связи между уровнем первичной заболеваемости подростков и выбросами от стационарных источников на одного жителя, численностью семей, улучшивших свои жилищные условия, долей жилищ, не оборудованных водопроводом, уровнем производства в аграрном секторе.

Оценка взаимосвязи между изменениями во времени показателя первичной заболеваемости и показателей, характеризующих социально-экономическое развитие территорий Пензенской области, проведена с учетом тенденции динамики и колеблемости показателя первичной заболеваемости.

Проблема изучения связей методически недостаточно разработана. Сложность состоит в том, что если два признака имеют одинаково направленные тренды, то между этими признаками будет наблюдаться положительная ковариация. Хотя одинаковая направленность трендов не означает причинной зависимости. Для того чтобы получить реальные показатели корреляции, необходимо абстрагироваться от искажающего влияния трендов и измерить корреляцию не уровней, а колебаний признаков [2].

Направления трендов показателя первичной заболеваемости подростков и показателей расходов на здравоохранение, расходов на образование, среднедушевой доход совпадают, коэффициент корреляции соответствует среднему значению. Связь между трендами показателя первичной заболеваемости, изменениями продуктовой корзины, площадью на человека – слабая.

Для того чтобы определить наличие реальной связи между показателями, оценивалась корреляция колеблемости первичной заболеваемости с колеблемостью показателей, характеризующих уровень социального благополучия. Положительный достоверный результат получен в отношении среднедушевого дохода и продуктовой корзины, т.е. колебания показателя первичной заболеваемости слабо взаимодействуют с колебаниями среднедушевого дохода и продуктовой корзины (0,38).

Установлено наличие слабой корреляционной связи между колеблемостью первичной заболеваемости и колеблемостью численности пенсионеров и численностью детей в ДОО, численностью семей, улучшивших свои жилищные условия, численностью зарегистрированных пользователей в общедоступных библиотеках. Не установлена связь

с колеблемостью показателей «затрачено на охрану природы», «численность зарегистрированных преступлений».

Не установлено наличие достоверной связи между колеблемостью показателей, характеризующих уровень сельскохозяйственного развития территории (производство зерна на душу населения, производство картофеля на душу населения, производство овощей на душу населения, производство мяса на душу населения, производство молока на душу населения), и колеблемостью показателя первичной заболеваемости подростков. Изменение во времени отклонений от тренда показателей сельскохозяйственного развития территории и изменение во времени отклонений от тренда показателей заболевания происходит независимо друг от друга.

### Выводы

В результате выполненного регрессионного анализа получены модели поведения показателя первичной заболеваемости подростков по Пензенской области. Тенденция динамики показателя первичной заболеваемости подростков адекватно описывается линейной моделью первого порядка (20 территориальных единиц) и линейной моделью второго порядка (10 территориальных единиц). По области в целом эмпирические данные описываются линейной моделью второго порядка, что свидетельствует об ускоряющемся росте показателя. Регрессия значимая, положительная, оба коэффициента регрессии значимы. Характер отклонений уровней первичной заболеваемости подростков от тренда характеризуется случайным типом колебаний. Причиной такого типа колебаний является взаимодействие множества разнообразных факторов.

Анализ устойчивости тренда и устойчивости уровня показателей выявил различия в поведении показателя на разных территориях. При оценке причин изменения показателя первичной заболеваемости подростков Пензенской области следует учитывать характеристики динамического ряда (тенденцию динамики, устойчивость динамического ряда, колеблемость, пространственную вариацию).

Изучив изменение в динамике показателей, характеризующих уровень социального благополучия территории, и показателей, характеризующих заболеваемость подростков, можно сделать вывод о существовании слабой корреляционной связи, положительно направленной между среднедушевым доходом на человека, продуктовой корзиной и уровнем первичной заболеваемости

подростков. Колебания показателей имеют схожий характер. Установление причины возникновения близких колебаний показателей требует дальнейшего изучения.

#### Список литературы

1. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Состояние здоровья современных детей и подростков и роль медико-социальных факторов в его формировании / А.А. Баранов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2009. – № 5. – С. 6–10.
2. Дмитриев А.П., Зубринова Н.С. Статистическое изучение динамики первичной заболеваемости населения Пензенской области / Н.С. Зубринова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2008. – № 2. – С. 89–98.
3. Елесева И.И. Общая теория статистики: учебник / И.И. Елесева, М.М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 480 с.
4. Кулеш Д.В., Колесников С.И., Долгих В.В., Шойко С.В., Абашин Н.Н., Черкашина А.Г., Лебедева Л.Н. Региональные экологические и социально-экономические аспекты заболеваемости подросткового населения в условиях проживания в промышленных центрах / Д.В. Кулеш // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – №3. – С. 62–67.
5. Кулеш Д.В., Колесников С.И., Долгих В.В., Шойко С.В., Абашин Н.Н., Лебедева Л.Н. Медико-эпидемиологические и методологические подходы к прогнозированию показателей, характеризующих здоровье подростков на современном этапе / Д.В. Кулеш // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – №6. – С. 9–14.
6. Лещенко Я.А., Гущенко А.В. Роль факторов социальной среды в формировании нарушений здоровья подростков / Я.А. Лещенко // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии. – 2011. – №6. – С. 192–197.
7. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях / М.Б. Славин. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.

<https://applied-research.ru>

В журнале «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований» публикуются научные статьи по естественным и техническим наукам, по следующим научным направлениям:

БИОЛОГИЧЕСКИЕ науки  
ВЕТЕРИНАРНЫЕ науки  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ науки  
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ науки  
МЕДИЦИНСКИЕ науки  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ науки  
ТЕХНИЧЕСКИЕ науки  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ науки  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ науки  
ХИМИЧЕСКИЕ науки  
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ науки

Редакция журнала просит авторов при направлении статей в печать руководствоваться изложенными ниже правилами. Работы, присланные без соблюдения перечисленных правил, возвращаются авторам без рассмотрения.

### **СТАТЬИ**

1. В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

2. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

3. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу Microsoft Office Excel. Каждый рисунок вставляется в текст как объект Microsoft Office Excel.

4. Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы. Список литературы для оригинальной статьи – не более 10 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

5. Объем статьи 5–8 страниц А4 формата (шрифт 12 Times New Roman, интервал – 1.5, поля: слева, справа, верх, низ – 2 см), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы. При превышении количества страниц необходимо произвести доплату.

6. При предъявлении статьи необходимо сообщать индексы статьи (УДК) по таблицам Универсальной десятичной классификации, имеющейся в библиотеках.

7. К работе должен быть приложен краткий реферат (резюме) статьи на русском и английском языках.

*Объем реферата должен включать минимум 100–250 слов (по ГОСТ 7.9–95 – 850 знаков).*

*Реферат (аннотация) должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты.*

*Реферат подготавливается на русском и английском языках.*

*Используемый шрифт – полужирный, размер шрифта – 10 пт.*

*Реферат на английском языке должен в начале текста содержать заголовок (название) статьи, инициалы и фамилии авторов также на английском языке.*

8. Обязательное указание места работы всех авторов, их должностей и контактной информации.

9. Наличие ключевых слов для каждой публикации.

10. Указывается шифр основной специальности, по которой выполнена данная работа.

11. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

12. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Microsoft Office Word в одном файле.

13. В редакцию по электронной почте **edition@rae.ru** необходимо предоставить публикуемые материалы, сопроводительное письмо (содержит информацию: название статьи, ФИО авторов, перечень тех документов, которые автор высылает, куда и с какой целью) и копию платежного документа.

14. Статьи, оформленные не по правилам, не рассматриваются. Не допускается направление в редакцию работ, которые посланы в другие издания или напечатаны в них.

15. Автор, представляя текст работы для публикации в журнале, гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи произведения. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, приводимой авторами. Автор, направляя рукопись в редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования, несет ответственность за нарушение авторских прав перед третьими лицами, поручает редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати.

16. Статьи в соответствии с правилами для авторов могут быть представлены через «**Личный портфель**» автора:

Работы, поступившие через «**Личный портфель автора**» публикуются в первую очередь.

Взаимодействие с редакцией посредством «Личного портфеля» позволяет в режиме on-line представлять статьи в редакцию, добавлять, редактировать и исправлять материалы, оперативно получать запросы из редакции и отвечать на них, отслеживать в режиме реального времени этапы прохождения статьи в редакции. Обо всех произошедших изменениях в «Личном портфеле» автор дополнительно получает автоматическое сообщение по электронной почте.

*Редакция убедительно просит статьи, размещенные через «Личный портфель», не отправлять дополнительно по электронной почте. В этом случае сроки рассмотрения работы удлиняются (требуется время для идентификации и удаления копий).*

## ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 615.035.4

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ**<sup>1</sup>Шварц Ю.Г., <sup>1</sup>Артанова Е.Л., <sup>1</sup>Салеева Е.В., <sup>1</sup>Соколов И.М.

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России», Саратов, Россия,  
e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульта в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

**CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS**<sup>1</sup>Shvarts Y.G., <sup>1</sup>Artanova E.L., <sup>1</sup>Saleeva E.V., <sup>1</sup>Sokolov I.M.

<sup>1</sup>Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia  
e-mail: kateha007@bk.ru

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalised relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

**Введение**

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]...

Список литературы

1....

---

**Список литературы**

---

*Единый формат оформления приставных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»*

*(Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы)*

**Статьи из журналов и сборников:**

Адорно Т.В. К логике социальных наук // *Вопр. философии.* – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T. P. Barrett // *Ref. Libr.* – 1997. – Vol. 3, № 58. – P. 75-85.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.*

Crawford P.J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // *Ref. Libr.* 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // *Теплофизика и аэромеханика.* – 2006. – Т. 13, № 3. – С. 369-385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // *Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке.* – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340-342.

**Монографии:**

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки: учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412.

*Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.*

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы : межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. 199 с.

*Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.*

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.У. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

*Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:*

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

*Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).*

**Авторефераты**

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. –18 с.

**Диссертации**

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис. ... канд. полит, наук. – М., 2002. – С. 54-55.

**Аналитические обзоры:**

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

**Патенты:**

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

**Материалы конференций**

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьянских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125-128.

**Интернет-документы:**

Официальные периодические издания: электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2005-2007. – URL:<http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л.Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. – URL:<http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А.В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

Для опубликования работы необходимо прислать на электронный адрес [edition@ae.ru](mailto:edition@ae.ru) следующий комплект документов:

1. Текст публикации в формате Word;
2. Сопроводительное письмо от авторов публикации в произвольной форме с указанием названия журнала и научного раздела для опубликования работы;
3. Копию документа об оплате;
4. Сведения об авторах (см. анкету автора журнала);

АНКЕТА АВТОРА ЖУРНАЛА  
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ  
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Фамилия Имя Отчество	
Название статьи	
Ученая степень	
Ученое звание	
Место работы	
Должность	
Почтовый Адрес	
Электронный адрес	

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СОПРОВОДИТЕЛЬНОГО ПИСЬМА

Сопроводительное письмо к научной статье оформляется на бланке учреждения, где выполнялась работа, за подписью руководителя учреждения.

Если сопроводительное письмо оформляется не на бланке учреждения и не подписывается руководителем учреждения, оно должно быть обязательно подписано всеми авторами научной статьи.

Сопроводительное письмо обязательно (!) должно содержать следующий текст.

*Настоящим письмом гарантируем, что размещение научной статьи «НАЗВАНИЕ СТАТЬИ», ФИО авторов в журнале «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований» не нарушает никаких авторских прав. Автор (авторы) передает на неограниченный срок учредителю журнала неисключительные права на использование научной статьи путем публикации бумажной версии журнала, а также размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на Интернет-сайте журнала.*

*Автор (авторы) несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.*

*Автор (авторы) подтверждает, что направляемая статья нигде ранее не была опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.*

*Автор (авторы) согласен на обработку в соответствии со ст.6 Федерального закона «О персональных данных» от 27.07.2006 г. №152-ФЗ своих персональных данных, а именно: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, место(а) работы и/или обучения, контактная информация по месту работы и/или обучения, в целях опубликования представленной статьи в научном журнале.*

*Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными редакцией журнала «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований» и размещенными на официальном сайте журнала.*

## ФИНАНСОВЫЕ УСЛОВИЯ

Статьи, представленные членами Академии (профессорами РАЕ, членами-корреспондентами, действительными членами с указанием номера диплома) публикуются на льготных условиях. Члены РАЕ могут представить на льготных условиях не более одной статьи в номер. Статьи публикуются в течение 1 месяца.

### Стоимость публикации статьи

**3950 руб.** – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис "Личный портфель";

**5700 руб.** – для авторов при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте без использования сервиса "Личный портфель";

**Для членов Российской Академии Естествознания (РАЕ) издательские услуги составляют 3357 рублей** (при оплате лично авторами, при этом стоимость не зависит от числа соавторов в статье) – при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию через сервис "Личный портфель". **Просим при заполнении личных данных в Личном портфеле членов РАЕ указывать номер диплома РАЕ.**

Для авторов, являющихся членами РАЕ, при предоставлении статей и сопроводительных документов в редакцию по электронной почте *без использования сервиса "Личный портфель"* издательские расходы оплачиваются в сумме 4845,00 руб.

### Оплата вносится перечислением на расчетный счет.

Получатель ИНН 5836621480 КПП 583601001 ООО Издательский Дом «Академия Естествознания» ОГРН: 1055803000440, ОКПО 74727597	Сч. №	40702810500000035366
<b>Банк получателя</b> Филиал «Бизнес» ПАО «Совкомбанк» г. Москва	БИК	044525058
	Сч. №	30101810045250000058

Назначение платежа: Издательские услуги. Без НДС. ФИО.

Публикуемые материалы, сопроводительное письмо, копия платежного документа направляются по электронной почте: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru). При получении материалов для опубликования по электронной почте в течение четырнадцати рабочих дней редакцией высылается подтверждение о получении работы.

Контактная информация:

(499)-7041341, (8412)-304108,  
Факс (8452)-477677

✉ [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru);  
[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)  
<http://www.rae.ru>;

**Библиотеки, научные и информационные организации,  
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№ п/п	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул. Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул. Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул. Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николаямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул. Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул. Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п. 10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20, комн. 401.

## УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

ДЛЯ ВАШЕГО УДОБСТВА ПРЕДЛАГАЕМ РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ  
ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ  
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

### Стоимость подписки

На 1 месяц (2017 г.)	На 6 месяцев (2017 г.)	На 12 месяцев (2017 г.)
1200 руб. (один номер)	7200 руб. (шесть номеров)	14400 руб. (двенадцать номеров)

Заполните приведенную ниже форму и оплатите в любом отделении Сбербанка.



<b>Извещение</b>	СБЕРБАНК РОССИИ <span style="float: right;">Форма № ПД-4</span>		
	ООО «Издательский Дом «Академия Естествознания»		
	(наименование получателя платежа)		
	ИНН 5836621480	40702810500000035366	
	(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)	
	<b>Филиал «Бизнес» ПАО «Совкомбанк» г. Москва</b>		
	(наименование банка получателя платежа)		
	БИК 044525058	30101810045250000058	
	КПП 583601001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)	
	Ф.И.О. плательщика _____		
	Адрес плательщика _____		
	<b>Кассир</b>	Подписка на журнал « _____ »	
(наименование платежа)			
Сумма платежа _____ руб. _____ коп.		Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.	
Итого _____ руб. _____ коп.		«_____» _____ 201__г.	
С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен			
Подпись плательщика _____			
<b>Квитанция</b>		СБЕРБАНК РОССИИ <span style="float: right;">Форма № ПД-4</span>	
		ООО «Издательский Дом «Академия Естествознания»	
		(наименование получателя платежа)	
		ИНН 5836621480	40702810500000035366
		(ИНН получателя платежа)	(номер счёта получателя платежа)
		<b>Филиал «Бизнес» ПАО «Совкомбанк» г. Москва</b>	
	(наименование банка получателя платежа)		
	БИК 044525058	30101810045250000058	
	КПП 583601001	(№ кор./сч. банка получателя платежа)	
	Ф.И.О. плательщика _____		
	Адрес плательщика _____		
	Подписка на журнал « _____ »		
(наименование платежа)			
Сумма платежа _____ руб. _____ коп.	Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.		
Итого _____ руб. _____ коп.	«_____» _____ 201__г.		
С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен			
Подпись плательщика _____			



Копию документа об оплате вместе с подписной карточкой необходимо выслать по факсу 845-2-477-677 или e-mail: [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru)

**ЗАКАЗ ЖУРНАЛА  
«МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ  
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по e-mail: [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru).

**Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):**

Для физических лиц – 815 рублей

Для юридических лиц – 1650 рублей

Для иностранных ученых – 1815 рублей

**ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА**

<b>Информация об оплате</b> способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
<b>Сканкопия</b> платежного документа об оплате	
<b>ФИО получателя</b> полностью	
<b>Адрес для высылки заказной корреспонденции</b> индекс обязательно	
<b>ФИО полностью первого автора</b> запрашиваемой работы	
<b>Название публикации</b>	
<b>Название журнала, номер и год</b>	
<b>Место работы</b>	
<b>Должность</b>	
<b>Ученая степень, звание</b>	
<b>Телефон</b> (указать код города)	
<b>E-mail</b>	

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: (8412)-304108, (8452)-477-677

По запросу (факс 8452-477-677, E-mail: [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru)) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.