

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

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ  
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL  
OF APPLIED AND  
FUNDAMENTAL RESEARCH**

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

**Импакт фактор**  
РИНЦ – 0,800

**№ 8 2017**

**Часть 1**

**Научный журнал  
SCIENTIFIC JOURNAL**

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

**Электронная версия размещается на сайте [www.rae.ru](http://www.rae.ru)**

**The electronic version takes places on a site [www.rae.ru](http://www.rae.ru)**

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

*к.м.н. Н.Ю. Стукова*

**Ответственный секретарь**

*к.м.н. М.Н. Бизенкова*

**EDITOR**

*Natalia Stukova*

**Senior Director and Publisher**

*Maria Bizenkova*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ  
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

---

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED  
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

**Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.**

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

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

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

**ISSN 1996-3955**

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

E-mail: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

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

Подписано в печать 20.07.2017  
Дата выхода номера 01.08.2017

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

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 21,63  
Тираж 500 экз.  
Заказ МЖПиФИ 2017/8

© НИЦ «Академия Естествознания»

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки**

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НАГРЕВ ОБМОТКИ ЯКОРЯ ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ <i>Алиев Ж.А., Жумабеков А.Т., Аскарлов Б.Ш., Жаркенов Н.Б., Есбосынов К.Т.</i>	7
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЗАГРАЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА <i>Балгабеков Т.К., Балабаев О.Т., Маринченко О.С., Асылбекова Н.У., Кенжекеева А.Р.</i>	12
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТЕПЕНИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И НАЛИЧИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК <i>Коваленко Д.В.</i>	16
<b>Физико-математические науки</b>	
УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ПО ВРЕМЕНИ С СОСРЕДОТОЧЕННОЙ ТЕПЛОЁМКОСТЬЮ <i>Нахушева Ф.М., Джанкулаева М.А., Нахушева Д.А.</i>	22
ПАРАДОКСАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ <i>Сенницкий В.Л.</i>	28
РАСЧЁТ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ НЕЗАРЯЖЕННЫХ КОНФОРМЕРОВ МЕТИОНИНА И N-ФОРМИЛМЕТИОНИНА В АНГАРМОНИЧЕСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ <i>Тен Г.Н., Щербакова Н.Е., Баранов В.И.</i>	34
<b>Химические науки</b>	
КВАЗИБИНАРНЫЕ РАЗРЕЗЫ $AS_2S_3$ -TMS И $AS_2S_3$ -TMS <sub>3</sub> ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ ТМ-AS S <i>Ильяслы Т.М., Садыгов Ф.М., Байрамова У.Р., Гахраманова Г.Г., Мамедова Л.А.</i>	40
<b>Медицинские науки</b>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫХ СИМПАТОЛИТИКОВ В ФАРМАКОТЕРАПИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ <i>Альмухамбетова Р.К., Жангелова М.Б., Тынышбекова Г.Т., Жангелова Ш.Б., Арубаева Г.Б., Байбориева Д.Е., Кикымова А.А., Тойбекова А.С., Орсалиева Н.Ж.</i>	45
НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ДИАГНОСТИКЕ НАСЛЕДСТВЕННЫХ КОЛЛАГЕНОПАТИЙ <i>Аскерова Т.А., Ягубова В.И., Велиева Г.А., Гасанова Г.Т.</i>	48
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ В РАЗРЕЗЕ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>Гудинова Ж.В., Гегечкори И.В., Толькова Е.И., Жернакова Г.Н., Исхаков И.Ф.</i>	52
ОСОБЕННОСТИ ГЕНДЕРНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И СТЕРЕОТИПОВ СОВРЕМЕННЫХ ДЕВУШЕК-СТУДЕНТОК <i>Денисов М.С., Герасимова Л.И., Сидорова Т.Н., Левицкая В.М., Денисова Т.Г.</i>	57
ДВАДЦАТИЛЕТНИЙ ОПЫТ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА» ПО РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЕРТИЗЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ <i>Касымбеков Ж.О., Белов Г.В., Касымов О.Т.</i>	61
СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ ПО ДАННЫМ ТОМОГРАФИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ВЫБОР ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ <i>Лукьянёнок П.И., Усов В.Ю., Семенов С.Е., Портнов А.М.</i>	66
ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ В КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ВАРИАБЕЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ РЕТИНОБЛАСТОМЫ, ЕЁ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ, СТАДИРОВАНИИ И ВЫБОРЕ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ <i>Миненков Г.О., Джунушалиев К.К., Солодченко Н.В.</i>	69
ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕКАРСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТУБЕРКУЛЕЗА В 2016 ГОДУ <i>Токтогонова А.А., Муқанбаев К.М., Чонорова О.А., Ким Т.М.</i>	73
АРТЕРИАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ У БЕРЕМЕННЫХ КАК ФАКТОР РИСКА МЕРТВОРЖДЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) <i>Туманова У.Н., Щеголев А.И.</i>	78

О ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ЭМПИЕМЫ ПЛЕВРЫ <i>Хасанов Р.А., Мирзакулов Д.С., Калматов Р.К., Эшбаев А.А., Маткасымов М.М., Токтахунов У.Т.</i>	83
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПАЛЛИАТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРИ НЕОПЕРАБЕЛЬНОМ РАКЕ ПИЩЕВОДА <i>Шапошников В.И.</i>	89
<b>Биологические науки</b>	
ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕСТАХ <i>Бахтиярова Ш.К., Капышева У.Н., Аблайханова Н.Т., Баимбетова А.К., Жаксымов Б.И., Корганбаева А.А., Ыдырыс А., Болатхан М.Б., Даутова М.Б.</i>	92
ПРЕОДОЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ГЕНТАМИЦИНУ У МЕТИЦИЛЛИНОРЕЗИСТЕНТНЫХ ШТАММОВ СТАФИЛОКОККА <i>Божкова С.А., Полякова Е.М., Краснова М.В.</i>	97
ГРИБ СИИТАКЕ ( <i>LENTINULA EDODES</i> (BERK.) PEGLER) В ПРИМОРСКОМ КРАЕ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ПИЩЕВЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА <i>Гуков Г.В., Розломий Н.Г.</i>	104
ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-, МАРГАНЕЦ- И ФОСФАТРЕДУЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ ПРИ ДЕСТРУКЦИИ ДИАТОМИТА, ЦЕОЛИТА И БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ <i>Козлов А.В., Уромова И.П.</i>	110
МЕТОД И УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ ПОЛЫХ ОРГАНОВ <i>Муслов С.А., Зайцева Н.В.</i>	116
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ С ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ <i>Черкашина Ю.А., Вадутова Ф.А.</i>	121
<b>Геолого-минералогические науки</b>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ РОССИИ <i>Попова Д.С.</i>	126
<b>Сельскохозяйственные науки</b>	
ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА <i>Ламажап Р.Р., Литшин А.Г.</i>	132
ПРОДУКТИВНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА БОГАРЕ ЮГА КАЗАХСТАНА <i>Мамирова Н.А., Жусипова Г.Т., Бердалиева А.М., Тулепова Ф.К., Ермаханов М.Н.</i>	136
<b>Экономические науки</b>	
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЕДЕНИЮ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ КАК ИСТОЧНИКА ИНФОРМАЦИИ ОБ ИМУЩЕСТВЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ И ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Бакулина А.М., Потпейко Д.А.</i>	139
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ОТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ <i>Бочек В.П.</i>	143
ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ УЧЕТ КУРОРТНЫХ (ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ) ЗЕМЕЛЬ В «КАДАСТРЕ КУРОРТНЫХ ЗЕМЕЛЬ». РАЗРАБОТКА БАЛЛА С УЧЕТОМ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ <i>Куканова Ч.А.</i>	147
МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ СРЕДИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В РОССИИ И ПРИМОРСКОМ КРАЕ <i>Маслюк А.В., Стихиляс И.В.</i>	152
УПРАВЛЕНИЕ ФИНАНСОВЫМ РЕЗУЛЬТАТОМ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Уксуменко А.А., Мишина Ю.С.</i>	157
ВОДНАЯ РЕНТА В СИСТЕМЕ ПЛАТНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ <i>Харитонов Г.Б.</i>	161
<b>ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ</b>	164

---

**CONTENTS**
**Technical sciences**

- THE ENERGY DEVELOPMENT STRATEGY OF KAZAKHSTAN IN THE CONDITIONS OF DEEPENING OF ECONOMIC INTEGRATION  
*Aliev Zh.A., Zhumabekov A.T., Askarov B.Sh., Zharkenov N.B., Esbosynov K.T.* 7
- DEVELOPMENT OF DEVICE BOOM RAILWAY CROSSING  
*Balgabekov T.K., Balabaev O.T., Marinchenko O.S., Asylbekova N.U., Kenzhekeeva A.R.* 12
- DETERMINING THE RESONANCE FREQUENCY OF THE POWER SUPPLY SYSTEM WHEN CHANGING THE DEGREE OF COMPENSATION OF REACTIVE POWER AND HIGHER HARMONICS  
*Kovalenko D.V.* 16

**Physical and mathematical sciences**

- THE HEAT CONDUCTION EQUATION CONDUCTIVITY WITH FRACTURE DERIVATIVES BY TIME WITH CONCENTRATED HEAT CAPACITY  
*Nakhusheva F.M., Dzhankulaeva M.A., Nakhusheva D.A.* 22
- A PARADOXICAL LIQUID MOTION  
*Sennitskiy V.L.* 28
- THE CALCULATION AND INTERPRETATION OF VIBRATIONAL SPECTRA OF THE UNCHARGED CONFORMERS OF METHIONINE AND N-FORMYLMETHIONINE IN THE ANHARMONIC APPROXIMATION  
*Ten G.N., Scherbakova N.E., Baranov V.I.* 34

**Chemical sciences**

- QUASI-BINARY SECTION  $AS_2S_3$ -TMS AND  $AS_2S_3$ -TMS<sub>3</sub> TERNARY SYSTEM TM-AS-S  
*Ilyasly T.M., Sadygov F.M., Bayramova U.R., Gakhramanova G.G., Mamedova L.A.* 40

**Medical sciences**

- EFFICIENCY OF CENTRAL HIGH-SELECTIVE SYMPATHOLITHICS IN PHARMACOTHERAPY OF ARTERIAL HYPERTENSION  
*Almukhambetova R.K., Zhangelova M.B., Tynyshbekova G.T., Zhangelova Sh.B., Arubaeva G.B., Bayborieva D.E., Kikymova A.A., Toybekova A.S., Orsalieva N.Zh.* 45
- SOME BIOCHEMICAL INDICES IN THE DIAGNOSIS OF HEREDITARY COLLAGENOPATHIES  
*Askerova T.A., Yagubova V.I., Velieva G.A., Gasanova G.T.* 48
- HYGIENIC EVALUATION OF MICROCLIMATE IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS IN THE SECTION OF THE RUSSIAN FEDERATION REGIONS  
*Gudinova Zh.V., Gegechkori I.V., Tolkova E.I., Zhernakova G.N., Iskhakov I.F.* 52
- THE FEATURES OF GENDER PERCEPTION AND STEREOTYPES CONTEMPORARY FEMALE STUDENTS  
*Denisov M.S., Gerasimova L.I., Sidorova T.N., Levitskaya V.M., Denisova T.G.* 57
- TWENTY YEARS' EXPERIENCE OF SCIENTIFIC AND PRODUCTION CENTRE FOR PREVENTIVE MEDICINE IN DEVELOPMENT AND EVALUATION OF TECHNICAL REGULATIONS  
*Kasymbekov Zh.O., Belov G.V., Kasymov O.T.* 61
- STRUCTURE AND FUNCTIONAL EVALUATION OF BRAIN IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION ACCORDING TO DIAGNOSTIC IMAGING AND ITS INFLUENCE ON CHOICE OF TREATMENT TACTICS  
*Lukyanyanok P.I., Usov V.Yu., Semenov S.E., Portnov A.M.* 66
- POSSIBILITIES OF MODERN VISUALIZATION METHODS IN COMPLEX DIAGNOSIS VARIABLE MANIFESTATION OF RETINOBLASTOMA, SPREADING, STAGING AND CHOOSING METHODS OF TREATMENT  
*Minenkov G.O., Dzhunushaliev K.K., Solodchenko N.V.* 69
- CHARACTERISTICS OF MEDICINAL RESISTANCE OF THE TUBERCULOSIS IN 2016  
*Toktogonova A.A., Mukambaev K.M., Chonorova O.A., Kim T.M.* 73
- HYPERTENSIVE DISORDERS OF PREGNANCY AS THE CAUSE OF STILLBIRTH (REVIEW)  
*Tumanova U.N., Schegolev A.I.* 78
- ABOUT THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF PLEURAL EMPYEMA  
*Khasanov R.A., Mirzakulov D.S., Kalmatov R.K., Eshbaev A.A., Matkasymov M.M., Toktakhunov U.T.* 83

COMPARATIVE EVALUATION OF PALLIATIVE OPERATIONS PERFORMED WITH NEOPERABEL'NOM ESOPHAGEAL CANCER <i>Shaposhnikov V.I.</i>	89
<b>Biological sciences</b>	
BEHAVIOR OF ANIMALS IN VARIOUS TESTS <i>Bakhtiyarova Sh.K., Kapysheva U.N., Ablaykhanova N.T., Baimbetova A.K., Zhaksymov B.I., Korganbaeva A.A., Ydyrys A., Bolatkhan M.B., Dautova M.B.</i>	92
THE BREAKING OF RESISTANCE TO GENTAMYCIN IN METHICILLIN RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS STRAINS <i>Bozhkova S.A., Polyakova E.M., Krasnova M.V.</i>	97
MUSHROOM SHITAKE (LENTINULA EDODES BERK.) PEGLER) IN PRIMORYE TERRITORY: DISTRIBUTION, NUTRITIONAL AND MEDICINAL PROPERTIES <i>Gukov G.V., Rozlomyi N.G.</i>	104
CHANGE OF MICROBIOLOGICAL SYSTEM PARAMETERS OF IRON-, MANGANESE- AND PHOSPHATE-REDUCTION OF BACTERIA AT DESTRUCTION OF DIATOMITE, ZEOLITE AND BENTONITE CLAY <i>Kozlov A.V., Uromova I.P.</i>	110
METHOD AND INSTALLATION FOR MEASURING ELASTIC PROPERTIES OF THE HOLLOW ORGANS <i>Muslov S.A., Zaytseva N.V.</i>	116
NEURAL NETWORKS FOR SOLVING PROBLEMS OF HEALTH ASSESSMENT OF CHILDREN WITH EXTREMELY LOW BIRTH WEIGHT <i>Cherkashina Yu.A., Vadutova F.A.</i>	121
<b>Geological-mineralogical sciences</b>	
ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF COAL-MINING REGIONS OF RUSSIA <i>Popova D.S.</i>	126
<b>Agricultural sciences</b>	
PLASTICITY AND STABILITY OF CROP PRODUCTIVITY OF BARLEY SAMPLES IN THE REPUBLIC OF TYVA <i>Lamazhap R.R., Lipshin A.G.</i>	132
PRODUCTIVITY OF SAMPLES OF WINTER BARLEY OF VARIOUS ORIGIN ON BOGARA OF SOUTH KAZAKHSTAN <i>Mamirova N.A., Zhusipova G.T., Berdalieva A.M., Tulepova F.K., Ermakhanov M.N.</i>	136
<b>Economical sciences</b>	
GENERAL PROVISIONS ON ACCOUNTING AS SOURCE OF INFORMATION ABOUT THE FINANCIAL POSITION AND FINANCIAL PERFORMANCE OF THE ORGANIZATION <i>Bakulina A.M., Potapeyko D.A.</i>	139
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND ECONOMIC BENEFIT FROM THEIR USE <i>Bochek V.P.</i>	143
ECONOMIC-GEOGRAPHICAL EVALUATION OF RESORT (NATURAL-RECREATIONAL RESOURCES) LAND IN THE RESORT CADASTRE». THE DEVELOPMENT OF A SCORE TAKING INTO ACCOUNT UNCONGENIAL CLIMATE CONDITIONS <i>Kukanova Ch.A.</i>	147
ACTIVITIES TO INCREASE THE ATTRACTIVENESS OF MORTGAGE CREDITING AMONG CONSUMERS IN RUSSIA AND THE PRIMORSKIY KRAY <i>Maslyuk A.V., Stikhilyas I.V.</i>	152
THE OPERATION OF THE FINANCIAL RESULT OF THE COMMERCIAL ENTITIES <i>Uksumenko A.A., Mishina Yu.S.</i>	157
WATER RENT IN THE SYSTEM OF PAYMENT FOR WATER MANAGEMENT <i>Kharitonov G.B.</i>	161
<hr/> <i>RULES FOR AUTHORS</i>	164

УДК 622.6

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА НАГРЕВ ОБМОТКИ ЯКОРЯ ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Алиев Ж.А., Жумабеков А.Т., Аскарров Б.Ш., Жаркенов Н.Б., Есбосынов К.Т.

*Карагандинский государственный технический университет Республики Казахстан, Караганда, e-mail: aidar\_7478@mail.ru*

Неоспоримой тенденцией развития мировой горной промышленности на обозримую перспективу считается стабильная ориентация на открытый способ разработки, как обеспечивающий наилучшие экономические показатели. На его долю приходится до 73% общих объемов добычи полезных ископаемых в мире (в США – 83%, в странах СНГ – около 70%) [1]. К примеру, в Казахстане 73,3% запасов железной руды являются легко добываемыми, в России открытым способом добывается 91% железных руд и более 70% руд цветных металлов. Если учесть, что по мере роста глубины карьеров доля затрат на карьерный транспорт доходит до 55–60% в общей себестоимости добычи полезного ископаемого, то вполне очевидным представляется тезис о том, что вопросы развития и совершенствования карьерного транспорта являются одними из основных для открытых горных разработок. Основным видом технологического транспорта при добыче полезных ископаемых открытым способом остается автомобильный. Он используется для перевозки примерно 80% всей горной массы во всем мире, в т.ч. в США и Канаде – 85%, в Южной Америке – 85%, в Австралии – почти 100%, в Южной Африке – более 90%. В России и странах СНГ удельный вес карьерного автотранспорта с учетом всех подотраслями горнодобывающей промышленности приблизился к 75% и в ближайшей перспективе будет расти за счет расширения открытого способа добычи угля [1].

**Ключевые слова:** автосамосвал, генератор, обмотки якоря, карьерный автомобиль, устойчивость, ток нагрузки, тяговый генератор, электропривод, работоспособность

## THE ENERGY DEVELOPMENT STRATEGY OF KAZAKHSTAN IN THE CONDITIONS OF DEEPENING OF ECONOMIC INTEGRATION

Aliiev Zh.A., Zhumabekov A.T., Askarov B.Sh., Zharkenov N.B., Esbosynov K.T.

*Karaganda State Technical University of Republic of Kazakhstan, Karaganda, e-mail: aidar\_7478@mail.ru*

The undeniable trend in the development of the global mining industry for the foreseeable future is considered stable orientation to the open method of development, as it provides the best economic indicators. It accounts for up to 73% of the total volume of mining in the world (83%, CIS countries – about 70%). For example, in Kazakhstan, only 73.3% of iron ore reserves are easily mined in Russia is extracted in the open way 91% iron ore and 70% non-ferrous metals. Considering that the growth of the depth of pits, the share of expenditures on transport career comes to 55-60% of the total cost of mining, it is quite obvious and is the thesis that the development and improvement of quarry transport are among the main for open pit mining. The main type of technological transport in the extraction of minerals by open method remains automobile. It is used to transport approximately 80% of the rock mass around the world, including in the United States and Canada – 85% in South America – 85%, in Australia – almost 100% in South Africa more than 90%. In Russia and the CIS countries, the proportion of quarry road, taking into account all sectors of the mining industry approached 75% in the near future will grow due to the expansion of open cut coal mining.

**Keywords:** dump truck, generator, armature winding, career car, the resistance, the load current, of the traction generator, the electric drive, the performance

К основным видам карьерного транспорта, широко применяемым на открытых горных работах, относятся железнодорожный карьерный транспорт, автомобильный карьерный транспорт и конвейерный карьерный транспорт, применяемые самостоятельно, а также комбинированный транспорт, предусматривающий различное сочетание основных видов транспорта. Реже на карьерах используются канатный (скиповые и автомобильные подъемники и канатные подвесные дороги), гидравлический, гравитационный, скреперная доставка и новые виды транспорта (конвейерные поезда, крутонаклонные конвейеры, воздушный транспорт и другие). По характеру грузопотоков, различают циклический (же-

лезнодорожный, автомобильный, скиповой) и непрерывный (конвейерный, конвейерные поезда) виды транспорта [1].

Автомобильный карьерный транспорт благодаря своим преимуществам в сравнении с другими видами транспорта в настоящее время является наиболее распространенным в Казахстане и странах всего мира. Опыт применения автомобильного транспорта подтвердил его высокие технико-экономические показатели в определенных горнотехнических условиях.

### Цель исследования

Оценка работоспособности системы тягового электропривода (СТЭП) автомобильного карьерного транспорта в различ-

ных горно-геологических и климатических условиях Центрального Казахстана. Проведение натурных исследований СТЭП, а также испытания системы на имитационных стендах, выполняемые с целью оценки ее параметров в эксплуатационных условиях, требуют значительных затрат времени и средств. В связи с этим в КарГТУ на базе математической модели многокомпонентной системы «Карьерный автомобиль – условия и режимы движения – системы тягового привода» разработаны алгоритм и машинные программы расчетного исследования системы тягового электропривода (СТЭП).

Методика исследования предусматривает экспериментальную проверку математической модели, выполнение расчетной оценки работоспособности агрегатов тягового электрооборудования СТЭП при работе в условиях различных карьеров и выдачу аргументированных рекомендаций. Последние охватывают мероприятия по наиболее рациональному использованию агрегатов системы, обеспечивающему заданную производительность в данных конкретных условиях при соответствующем уровне надежности тягового электрооборудования, а также определение путей совершенствования электрооборудования СТЭП с целью расширения сферы эффективного применения карьерных автомобилей.

Основными задачами исследования системы тягового электропривода является:

- расчетная оценка работоспособности СТЭП карьерного автомобиля в условиях различных карьеров горнодобывающей промышленности Центрального Казахстана;

- разработка рекомендаций по наиболее рациональному использованию существующей СТЭП, а также по дальнейшему совершенствованию тягового электрооборудования карьерного автомобиля.

С целью решения задач исследования разработана методика предусматривающая: – выбор критериев оценки параметров системы тягового электропривода, обеспечивающих заданные эксплуатационные характеристики карьерного автомобиля;

- разработку математической модели «Карьерный автомобиль – условия и режимы движения – системы тягового привода»;

- разработку методики и программы экспериментальной проверки математической модели.

Анализ нагрузочных режимов тока и напряжения генераторов автосамосвалов грузоподъемностью 70–150 тс на карьерах Центрального Казахстана показывает, что в некоторых случаях на-

блюдаются значительные отклонения их величин от номинального уровня. Это отражается на температурном режиме охлаждения тягового генератора, т.е. при нарушении расчетной связи между величиной тока и расходом воздуха происходит перегрев обмотки якоря.

Многообразие эксплуатационных факторов и значительные колебания их величин относительно номинальных значений при неблагоприятном сочетании усугубляет температурные условия работы изоляции якоря генератора. Как показал анализ, в большинстве исследований изучается влияние отдельных факторов на температурное поле якоря генератора.

Это является недостаточным, т.к. в реальных условиях действует большое их многообразие. Поэтому задача сводится к отысканию условий нагрузочных параметров генератора при минимально допустимой величине температуры наиболее нагреваемой части обмотки якоря. Таким образом, исследования требуют решения экстремальной задачи, направленной на отыскание оптимальных условий протекания процессов или *оптимальный выбор* рабочих параметров.

Предварительно проведенные исследования позволили исключить несущественные факторы и ограничиться основными параметрами, к которым относятся: ток нагрузки генератора; скорость и вес; расход воздуха в системе вентиляции генератора; температура окружающего воздуха, в качестве выходного параметра примем максимальную температуру перегрева обмотки якоря генератора, материалы которой относятся к классу изоляции В с допустимой абсолютной температурой нагрева 120 °С.

Для описания процесса воспользуемся методами дисперсионного в регрессионного анализов, базирующихся на планировании эксперимента. Это приводит, по существу, к новому методу описания изучаемого процесса. Здесь математическим методам отводится активная роль.

По данным экспериментальной статистики по изучаемому процессу выбирается некоторая оптимальная стратегия для управления экспериментом. Задача планирования заключается в следующем: на каждом этапе исследования нужно выбрать оптимальное расположение точек в факторном пространстве для того, чтобы получить некоторое представление о поверхности отклика. Здесь приходится учитывать как постановку задачи экспериментатором, так и реальную ситуацию, в которой приходится решать ее.

Как известно, регрессионный анализ основывается на методе наименьших квадратов. Вкратце изложим суть метода [2].

Допустим, что исследуемый параметр – температура перегрева обмотки якоря – имеет определенное количество измерений в условиях эксплуатации. Кроме того, он зависит от  $K_i$  эксплуатационных факторов, которые из условий статистики независимые переменные измерения. Обозначим их через  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . Представим результаты наблюдений в виде полинома степени  $\alpha$ . Основная задача заключается в том, чтобы по данным эксплуатационной статистики измерений определить коэффициенты регрессии из выражения  $C^{\alpha}_{\alpha+K}$ . Количество наблюдений должно удовлетворять неравенству

$$N \geq C^{\alpha}_{\alpha+K} \quad (1)$$

Учитывая свойства регрессионного анализа, должны выполняться следующие условия:

1. Результаты наблюдений  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_i$  представляют собой независимые нормально распределенные случайные величины:

$$P\{y < x\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(u-\alpha)^2}{2\sigma^2}} du. \quad (2)$$

Приведенное требование не является обязательным. Метод наименьших квадратов можно рассматривать как частный случай метода максимума правдоподобия. В этом случае можно говорить о достаточных статистиках, т.е. таких функциях, которые позволяют определить информацию об исследуемых параметрах. Учитывая это, температуры якоря записывали непрерывно при помощи самопишущих приборов. Кроме того, для устойчивости результатов измерений были проведены многократные экспериментальные исследования.

2. При многократных наблюдениях над исследуемой величиной  $Y$ , при некотором определенном наборе значений  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$  получаем дисперсию  $\sigma^2\{y_i\}$ , которая не будет зависеть от математического ожидания  $M\{y_i\}$ , т.е. не будет отличаться от дисперсии  $\sigma^2\{y_i\}$ , полученной при повторных наблюдениях для любого другого набора значений независимых переменных  $x_{1e}, x_{2e}, \dots, x_{ke}$  или дисперсии:

$$\sigma^2\{y_u\}, u = 1, 2, \dots, N.$$

3. Независимые переменные  $x_{1e}, x_{2e}, \dots, x_{ke}$  измеряются с пренебрежимо малой ошибкой по сравнению с ошибкой в определении  $Y$ . Из большого количества эксплуатационных факторов были выбраны определяющие: вес в скорость движения, так и расход воздуха системы вентиляции

генератора, температура окружающего воздуха [2].

Остальные факторы в условии задачи не учитываются как несущественные.

Для определения коэффициента регрессии введем новую переменную, тогда в новой системе обозначения полинома в степени будет записываться как однородные линейное уравнение вида

$$Y = b_0x_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k, \quad (3)$$

где  $K = C^{\alpha}_{k+\alpha-1}$

Из всех полиномов степени  $\alpha$  отыскиваем тот, который минимизирует сумму квадратов отклонений:

$$\sum_{u=1}^N (y_u - b_0x_{0u} - b_1x_{1u} - \dots - b_kx_{ku})^2. \quad (4)$$

Решая систему полученных нормальных уравнений относительно неизвестных коэффициентов регрессии, определяем значения:

$$b_0(00) + b_1(01) + \dots + b_k(0k) = (0y),$$

$$b_0(10) + b_1(11) + \dots + b_k(1k) = (1y), \quad (5)$$

$$b_0(k0) + b_1(k1) + \dots + b_k(kk) = (ky),$$

где введены обозначения:

$$(ij) = (ji) \sum_{u=1}^N x_{iu},$$

$$(ii) = \sum_{u=1}^N x_{iu}^2, \quad (6)$$

$$(iy) = \sum_{u=1}^N x_{iu} * y_u.$$

Для упрощения решения системы уравнений (5) применяем матричную форму планирования, соблюдая следующие условия:

$$\sum x_{iu} * x_{ju} = 0. \quad (7)$$

где  $-i \neq j$  т.е. скалярные произведения всех вектор-столбцов равны нулю. Тогда при «ортогональном» планировании матрица коэффициентов нормальных уравнений станет диагональной, и коэффициенты регрессии определяются по формуле

$$b_i = C_{ii}(iy), \quad (8)$$

где  $C_{ii} = \frac{1}{(ii)}$ .

Вычислив коэффициенты регрессии, необходимо произвести статистический анализ уравнения, которое предусматривает определенный разброс значений функции относительно исходных величин [4]. Для

определения дисперсии, характеризующей рассеяние остаточных точек, воспользуемся матричным уравнением

$$Y = XB,$$

$$Y = \begin{pmatrix} \hat{y}_1 \\ \hat{y}_2 \\ \dots \\ \hat{y}_N \end{pmatrix},$$

$$XB = \begin{pmatrix} b_0x_{01} + b_1x_{11} + \dots + b_kx_{k1} \\ b_0x_{02} + b_1x_{12} + \dots + b_kx_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_0x_{0N} + b_1x_{1N} + \dots + b_kx_{kN} \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Для остаточной суммы квадратов имеем

$$S = (y - Y) - \sum_{i=0}^K b_i(iy). \quad (10)$$

$$My(x_1, x_2, \dots, x_k) = \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} y(x_1, x_2, \dots, x_k) dx_1 * dx_2 * \dots * dx_k. \quad (13)$$

Исходя из этого

$$S^2(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int_{-\infty}^{+\infty} [y(x_1, x_2, \dots, x_k) - My(x_1, x_2, \dots, x_k)]^2 * f(x_1, x_2, \dots, x_k) dx_1 * dx_2 * \dots * dx_k. \quad (14)$$

В некоторых случаях при решении практических задач сбор статистики производят, фиксируя исследуемые параметры. В результате выходные параметры принимают значения  $y_1, y_2, \dots, y_k$ .

Тогда величина  $S^2(y)$  определяется по формуле

$$\bar{S}^2(y) = \frac{1}{N} * (y_i - \bar{y})^2, \quad (15)$$

$$\text{где } \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i.$$

#### Матрица планирования экспериментов

№ п/п	$x_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$		$X_1x_2$	$X_1x_3$	$X_2x_3$	$X_1x_2x_3$
1	+	-	-	-	J	+	+	+	-
2	+	+	-	-	a	-	-	+	+
3	+	-	+	-	b	-	+	-	+
4	+	-	-	+	c	+	-	-	+
5	+	+	+	-	ab	+	-	-	-
6	+	+	-	+	ac	-	+	-	-
7	+	-	+	+	bc	-	-	+	-
8	+	+	+	+	abc	+	+	+	+
	$B_0 = 133,1$	$B_1 = 3,6$	$B_2 = 3,6$	$B_3 = -2,37$		$B_4 = -11,2$	$B_5 = -0,87$	$B_6 = 0,125$	$B_7 = -0,63$

Разделив (10) на число степеней свободы, получим остаточную дисперсию:

$$S_R^2 = \frac{S_k}{f_k}, \quad (11)$$

где  $f_k = N - K - 1$ .

Гипотезу об адекватности представления результатов полиномом заданной степени  $\alpha$  определяем  $F$  отношением:

$$F = \frac{S_e^2}{S\{y\}}. \quad (12)$$

Предлагается метод нахождения ошибки опыта. Для этого необходимо знать функцию плотности величины:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

Пусть  $f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  – априорная функция плотности.

Тогда математическое ожидание будет равно

Для описания критической области эксплуатационных факторов были приняты основные из них, существенно влияющие на работу генератора, приводящие к перегреву изоляции обмотки якоря [3]:

К ним относятся:

$x_1$  – ток нагрузки генератора,  $a$ ;

$x_2$  – температура окружающего воздуха, °С;

$x_3$  – расход воздуха системы вентиляции генератора,  $m^3/сек$ .

Рассматривается трехфакторный эксперимент, тогда количество проделанных экспериментов  $N = 2^3 = 8$ .

Результаты экспериментов сведены в матрицу планирования (таблица), в которой даны кодовые обозначения независимых переменных и их сочетания.

Так как в данной задаче исследуется критическая область, то необходимо установить определенные уровни факторов,

а также интервалы варьирования с учетом допустимой температуры нагрева изоляции обмотки якоря (120 °С).

Для упрощения расчета таблицы методикой предусматривается переход от натуральных переменных к кодовым по формуле

$$x_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i}, \quad (16)$$

где  $x_i$  – произвольное значение независимого переменного;

$x_{i0}$  – значение независимого переменного, соответствующего основному уровню;

$\Delta x_i$  – единица варьирования независимого переменного.

По данным опыта получены численные значения коэффициентов регрессий (таблица)  $b_1, b_2, \dots, b_7$ .

Уравнение регрессий 17 для расчета температуры нагрева обмотки якоря:

$$y = 133,1 + 3,6 \frac{x_1 - 4000}{500} + 0,37 \frac{x_2 - 37,5}{2,5} - 2,37 \frac{x_3 - 3,5}{0,1} - 1,21 \frac{x_1 - 4000}{500} * \frac{x_2 - 37,5}{2,5} - 0,87 \frac{x_1 - 4000}{500} * \frac{x_2 - 3,5}{0,1} - 0,125 \frac{x_2 - 37,5}{2,5} * \frac{x_3 - 3,5}{0,1} - 0,625 \frac{x_1 - 4000}{500} * \frac{x_2 - 37,5}{2,5} * \frac{x_3 - 3,5}{0,1}. \quad (17)$$

Подставляя значения пределов варьирования в уравнение (17), находим функцию отклика, т.е. температуру нагрева обмотки якоря от действия эксплуатационных факторов: тока нагрузки  $x_1$ , расхода воздуха в системе вентиляции  $x_2$  и температуры окружающего воздуха  $x_3$ .

Для проверки воспроизводимости экспериментальных данных по формуле вида

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_1 x_2 + b_5 x_1 x_3 + b_6 x_2 x_3 + b_7 x_1 x_2 x_3 \quad (18)$$

были пересчитаны их значения. В результате установлена достаточная воспроизводимость экспериментальных данных.

## Выводы

Полученная формула (18) позволяет определить температуру наиболее нагреваемой части обмотки якоря при различных вариантах влияния эксплуатационных факторов.

## Список литературы

1. Бахтурин Ю.А. Современные тенденции развития карьерного транспорта. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 7.
2. Лукомский Я.И. Теория корреляции и ее применение к анализу производства. Госстатиздат. – М., 1961.
3. Скворцов Н.А. Пути повышения эксплуатационной надежности изоляции обмоток тяговых электродвигателей. – М., «Транспорт», 1972.
4. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математический метод в теории надежности. – М.: «Наука», 1995.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЗАГРАЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА

<sup>1</sup>Балгабеков Т.К., <sup>2</sup>Балабаев О.Т., <sup>2</sup>Маринченко О.С.,  
<sup>2</sup>Асылбекова Н.У., <sup>2</sup>Кенжекеева А.Р.

<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, e-mail: tdi\_kstu@mail.ru;

<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: kafedra\_pt@mail.ru

В данной статье представлены результаты научно-исследовательских работ, выполненных авторами по совершенствованию конструкции устройства заграждения железнодорожного переезда. Для повышения эффективности работы устройства заграждения железнодорожного переезда осуществлена разработка новой конструкции. Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение надежности устройства заграждения железнодорожного переезда. Этот технический результат достигается тем, что устройство заграждения железнодорожного переезда, конструкция которой содержит прокатные профили, стальной лист, соединительный вал, электропривод, кронштейн, противовес, внесены следующие изменения: в качестве заградительных элементов используются заградительные столбики, изготовленные из стальных труб покрытых белой краской со светоотражающими полосами красного цвета; заградительные столбики снабжены сверху колпаками полусферической формы черного цвета, выполненными из резины, а снизу отверстиями для крепления с соединительным валом. На разработанную конструкцию получен инновационный патент РК.

**Ключевые слова:** железнодорожный переезд, заградительный элемент, заштыбовка, светоотражающие полосы, устройство заграждения

## DEVELOPMENT OF DEVICE BOOM RAILWAY CROSSING

<sup>1</sup>Balgabekov T.K., <sup>2</sup>Balabaev O.T., <sup>2</sup>Marinchenko O.S., <sup>2</sup>Asylbekova N.U., <sup>2</sup>Kenzhekeeva A.R.

<sup>1</sup>S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana, e-mail: tdi\_kstu@mail.ru;

<sup>2</sup>Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: kafedra\_pt@mail.ru

This article presents the results of scientific research carried out by the authors on the improvement of the construction of the railroad crossing fence. To improve the efficiency of the railroad crossing fence, a new design was developed. The technical result of the proposed invention is to increase the reliability of the railroad crossing barrier. This technical result is achieved by the following changes in the structure of the railroad crossing fence, the construction containing the rolling profiles, steel sheet, connecting shaft, electric drive, bracket, counterweight: the barrier elements are made of steel tubes coated with white paint with Reflective bands of red color; The barrier bars are provided on top with caps of hemispherical shape of black color, made of rubber, and from below with holes for fastening with a connecting shaft. The innovative patent of the Republic of Kazakhstan was obtained for the developed design.

**Keywords:** railway crossing, defensive item, tastybaby, reflective strips, the device boom

В настоящее время несовершенство известных конструкций устройств заграждения железнодорожного переезда приводит к снижению надежности их работы. Известно устройство заграждения железнодорожного переезда (рис. 1), содержащее установленные на переезде заградительные элементы с правым и левым расположением элементов заграждения, связанных с электроприводами, выполненных в виде крышки, установленной поперек автодороги в уровень с ее покрытием, шарнирно на опорном основании, размещенном на фундаменте, при этом крышка выполнена из прокатных профилей с наложенным на них сплошным листом, а шарнирная опора выполнена в виде трубы, на которой закреплен посредством сварки кронштейн с установленным на нем противовесом, соединенный посредством тяги с рабочим шиббером привода заградительного элемента [1].

Однако вышеуказанная конструкция имеет ряд несовершенств, а именно: при отказе в эксплуатации одного из элементов крышки возникает необходимость в замене всего узла или проведение сварочных работ непосредственно на переезде; шарнирное соединение крышки подвержено интенсивному абразивному износу из-за повышенного коэффициента трения, что приводит к частым отказам его в эксплуатации.

Наиболее эффективную конструкцию имеет устройство заграждения железнодорожного переезда, содержащее установленные в траншеи четыре заградительных устройства правого и левого исполнения с поднимающимися крышками, с устройством управления электроприводами, систему контроля свободности зон крышек заградительных устройств с четырьмя датчиками контроля занятости, регистратором зоны контроля и исправности датчиков,

блоком базового контроля, два автоматических шлагбаума, щиток управления и контроля [2, 3]. Однако такая конструкция имеет ряд несовершенств, а именно: при движении автомобилей по крышке, а также ее подъеме и опускании на привод дейст-

ют ударные (динамические) нагрузки вызывающие разрушения основных элементов; при приподнятом состоянии крышки под нее попадают атмосферные осадки и различные грузы, что приводит к заштыбовке крышки.

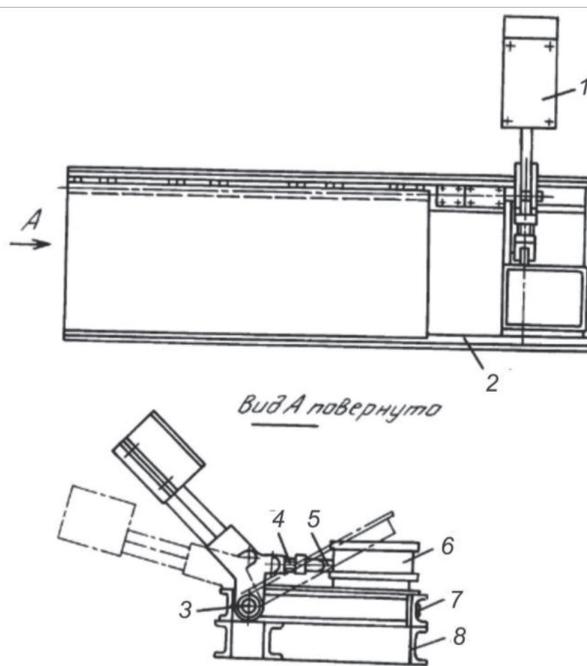


Рис. 1. Устройство для ограждения железнодорожного переезда: 1 – противовес; 2 – крышка; 3 – ось крышки; 4 – тяга; 5 – шибер; 6 – привод; 7 – светоотражающие пластины; 8 – опорные основания

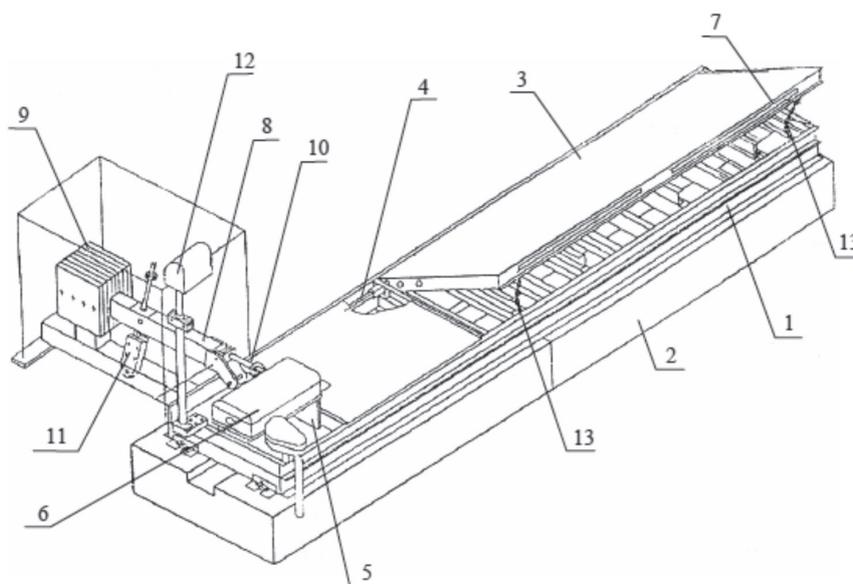


Рис. 2. Устройство заграждения железнодорожного переезда ВНИИЖТ: 1 – основание; 2 – фундамент; 3 – крышка; 4 – приводной вал; 5 – площадка; 6 – электропривод; 7 – светоотражающие элементы; 10 – звено; 8 – кронштейн; 9 – противовес; 11 – опорный стержень; 12 – датчик; 13 – ограничивающие цепи

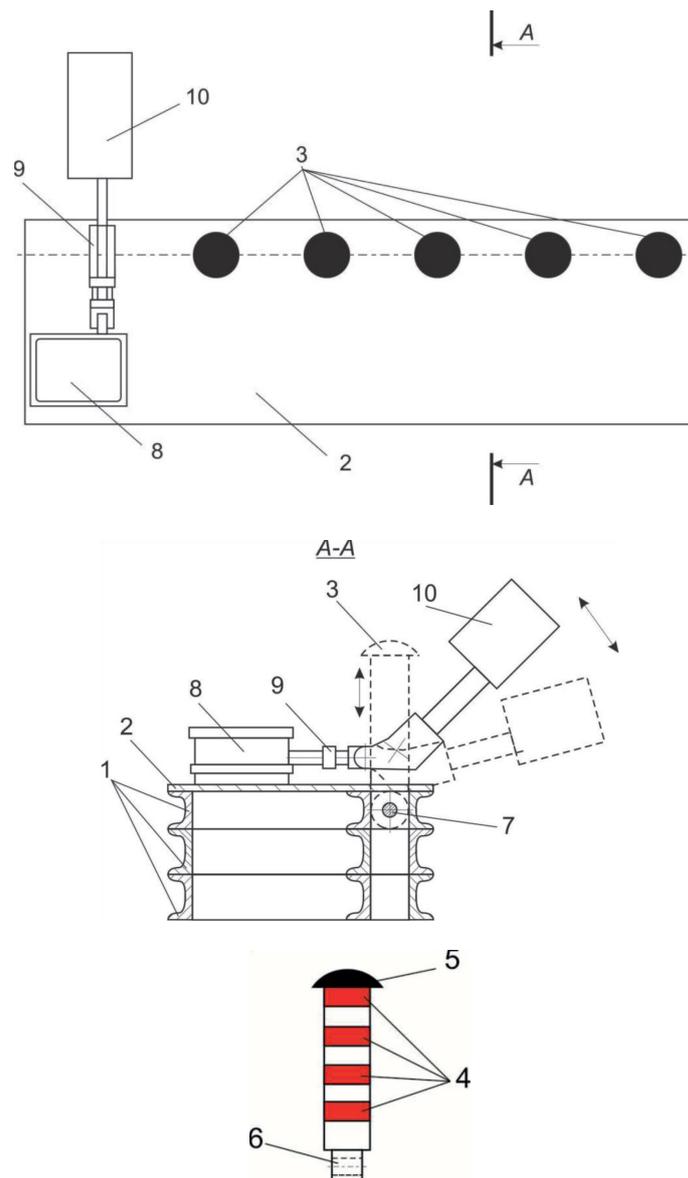


Рис. 3. Устройство заграждения железнодорожного переезда: 1 – прокатные профили; 2 – стальной лист; 3 – заградительные столбики; 4 – светоотражающие полосы; 5 – колпак; 6 – отверстие для крепления; 7 – соединительный вал; 8 – электропривод; 9 – кронштейн 10 – противовес

Таким образом, указанные несовершенства известных конструкций [1–4] приводят к снижению надежности устройства заграждения железнодорожного переезда в целом. Основной задачей на сегодня является повышение надежности устройства заграждения железнодорожного переезда путем совершенствования заградительных элементов.

В 2015 году на кафедрах «Промышленный транспорт» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда) и «Транспортная техника

и технологии» Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (г. Астана) выполнена работа по совершенствованию конструкции устройства заграждения железнодорожного переезда [5]. В рамках данной работы была разработана конструкция устройства заграждения железнодорожного переезда, которая содержит: прокатные профили, стальной лист, соединительный вал, электропривод, кронштейн, противовес, отличающиеся тем, что: в качестве заградительных элементов используются заградительные столбики, изготовленные

из стальных труб покрытых белой краской со светоотражающими полосами красного цвета; заградительные столбики снабжены сверху колпаками полусферической формы черного цвета, выполненными из резины, а снизу отверстиями для крепления с соединительным валом. Все составные части разработанного устройства заграждения железнодорожного переезда (рис. 3) монтируются на основание, представляющее собой коробчатую конструкцию из прокатных профилей 1, верхняя часть которой закрыта стальным листом 2 с гнездами для опускания в них заградительных столбиков 3. Непосредственным заграждающим элементом устройства заграждения железнодорожного переезда являются заградительные столбики, они изготавливаются из стальных труб покрытых белой краской со светоотражающими полосами 4 красного цвета. На заградительный столбик сверху одет колпак 5 полусферической формы черного цвета, которая выполнена из резины (для снижения ударных (динамических) нагрузок и предотвращения примерзания к основанию). Снизу заградительного столбика имеется отверстие 6 для крепления с соединительным валом 7 промежуточного звена (на рисунке не показано). Электропривод 8 через соединительный вал промежуточного звена осуществляет подъем или спуск заградительных столбиков. К электроприводу через кронштейн 9 присоединен противовес 10, который уравнивает заградительные столбики относительно соединительного вала и тем самым снижает нагрузку на электродвигатель электропривода.

В результате совершенствования устройства заграждения железнодорожного переезда путем улучшения ее конструкции получен инновационный патент Республики Казахстан [5]. Для более высокой точности определения рациональных конструктивных параметров усовершенствованной конструкции необходимы детальные исследования с разработкой цифровой модели в программной среде ANSYS или SolidWorks [6], которая позволит проанализировать эффективность работы устройства.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение на-

дежности устройства заграждения железнодорожного переезда. Этот технический результат достигается тем, что устройство заграждения железнодорожного переезда, конструкция которого содержит прокатные профили, стальной лист, соединительный вал, электропривод, кронштейн, противовес внесены следующие изменения: в качестве заградительных элементов используются заградительные столбики, изготовленные из стальных труб покрытых белой краской со светоотражающими полосами красного цвета; заградительные столбики снабжены сверху колпаками полусферической формы черного цвета, выполненными из резины, а снизу отверстиями для крепления с соединительным валом.

Предлагаемое устройство заграждения железнодорожного переезда повышает надежность всей конструкции и имеет следующие преимущества:

- использование заградительных столбиков уменьшает количество отказов при эксплуатации, а также разрушения основных элементов при подъеме и опускании в связи со снижением ударных (динамических) нагрузок;

- ликвидация заштыбовки при опускании заградительных столбиков из-за атмосферных осадков и различных грузов.

#### Список литературы

1. Патент RU № 2066649 В61L29/00, В61L29/02 Российской Федерации «Устройство для ограждения железнодорожного переезда», опубликованный 20.09.1996 г.
2. Устройство заграждения железнодорожного переезда: Руководство по эксплуатации 9109РЭ/ГУП Уральское отделение Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – Екатеринбург: Уральское отделение ВНИИЖТ, 2001. – С. 3–8.
3. Леушин В.Б. Ограждающие устройства на железнодорожных переездах. – Самара: СамГАПС, 2004. – 48 с.
4. Приказ Министерства транспорта РФ от 31 июля 2015 г. № 237 «Об утверждении Условий эксплуатации железнодорожных переездов».
5. Балгабеков Т.К., Балабаев О.Т., Бескоровайный Д.В. Инновационный патент на изобретение № 30226 «Устройство заграждения железнодорожного переезда». Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 20.07.2015 г.
6. Сулейменов Т.Б., Балабаев О.Т., Саржанов Д.К., Саденова Ш.М., Жакупов Т.М. Исследование нагруженности конических зубчатых передач // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11–3. – С. 370–373.

УДК 621.311

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТЕПЕНИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И НАЛИЧИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК

Коваленко Д.В.

*ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Омск,  
e-mail: Dmitrii\_Kovalenko92@mail.ru*

В статье были рассмотрены негативные последствия от влияния высших гармоник и резонанса токов на частотах, близких к частотам высших гармоник (ВГ) в системах электроснабжения (СЭС). Кроме того, в статье исследовалась СЭС, питающая электроприемники с нелинейной вольт-амперной характеристикой. Роль нелинейной нагрузки в СЭС выполнял частотно-регулируемый электропривод, работающий с низким коэффициентом активной мощности ( $\cos\phi$ ). Для повышения  $\cos\phi$  в сети использовалась регулируемая батарея статических конденсаторов (БСК). В работе представлен алгоритм, вычисляющий все возможные резонансные частоты в зависимости от степени компенсации реактивной мощности (при переключении ступеней БСК) при работе СЭС в режиме резонанса токов. Произведен расчет частот резонанса как при учете активного сопротивления элементов СЭС, так и без его учета.

**Ключевые слова:** система электроснабжения, высшие гармоники, резонанс токов, резонансная частота, батарея статических конденсаторов, качество электрической энергии

## DETERMINING THE RESONANCE FREQUENCY OF THE POWER SUPPLY SYSTEM WHEN CHANGING THE DEGREE OF COMPENSATION OF REACTIVE POWER AND HIGHER HARMONICS

Kovalenko D.V.

*Omsk State Technical University, Omsk, e-mail: Dmitrii\_Kovalenko92@mail.ru*

In the article negative effects from the influence of higher harmonics and resonance currents at frequencies close to the frequencies of higher harmonics in power supply systems were considered. In addition, the article examined, which supplies electric receivers with a nonlinear current-voltage characteristic. The role of the nonlinear load in the power supply system was performed by a frequency-regulated electric drive operating with a low active power factor ( $\cos\phi$ ). To increase the  $\cos\phi$  in the network, we used an adjustable capacitor bank. In this paper, an algorithm is presented that calculates all possible resonance frequencies depending on the degree of reactive power compensation (when switching the capacitor bank) during the operation of the power supply system in the mode of current resonance. The calculation of the resonance frequencies is carried out both with regard to the active resistance of the elements of the power supply system, and without taking it into account.

**Keywords:** power supply system, higher harmonics, current resonance, resonance frequency, capacitor bank, the quality of electric power

Нелинейная нагрузка является источником высших гармоник (ВГ) в СЭС при условии синусоидальности напряжения источника питания. ВГ приводят к различным негативным последствиям для элементов СЭС: чрезмерный нагрев проводов воздушных линий электропередачи (ЛЭП), ускоренное старение внутренней изоляции электрических машин и кабельных ЛЭП (включая чрезмерный нагрев и выход из строя нулевых жил кабелей на класс напряжения менее 1 кВ). Они способны вызвать значительную токовую перегрузку (перегрев) БСК, которая приведет к аварийным ситуациям (начиная с разрушения изоляции, вслучивания банок и заканчивая взрывом конденсаторной батареи). В стандартах ГОСТ ИЕС 60931-1-2013 и ГОСТ ИЕС 61921-2013 [1, 2] говорится, что конденсаторные батареи не допускаются эксплуатировать при токовой перегрузке, превышающей номинальный ток установки в 1,3 раза. Рассмотрению этих и многих аспектов негативного влияния ВГ как на

различные элементы, так и на всю СЭС целиком посвящено достаточно большое количество работ, например [3–5]. Учитывая эти аспекты, а также постоянный рост электроприёмников, имеющих нелинейную вольт-амперную характеристику, можно сказать, что актуальность проблемы влияния ВГ на СЭС не вызывает сомнений.

Согласно действующему в России стандарту на качество электроэнергии ГОСТ 32144-2013 [6] воздействие нелинейной нагрузки на СЭС характеризуется изменением величины и формы питающего напряжения (отклонением напряжения от идеальной синусоиды). Для их оценки используются следующие показатели качества электрической энергии:

– коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения (определяется отдельно для каждой гармоники)

$$K_{U(n)} = \frac{U_n}{U_1} \cdot 100\% \text{ при } n \leq 40;$$

– общее содержание высших гармоник напряжения в СЭС

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_n^2}}{U_1} \cdot 100\%,$$

где  $n$  – номер гармоники,  
 $U_n$  – действующее значение напряжения  $n$ -й гармоники,  
 $U_1$  – действующее значение напряжения первой (основной) гармоники (при 50 Гц),  
 $K_{U(n)}$  – коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения,  
 $K_U$  – суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения.

**Теория и моделирование**

Резонансные явления, так же как и ВГ, негативно сказываются на работе СЭС, так как они способны спровоцировать аварию, которая является следствием чрезмерного нагрева различных элементов сети (трансформаторов, ЛЭП, БСК) или вызвать пробой изоляции при возникновении коммутационных перенапряжений. Анализ резонансных режимов, возникающих на ВГ сети и определению частот, на которых возможен резонанс токов, посвящены работы [7–10].

Резонанс токов – это режим работы СЭС с параллельным соединением индуктивных и емкостных элементов. Цепи, в которых может возникнуть резонансный режим, называются резонансными контурами. Он характеризуется нулевым значением суммарной реактивной проводимости резонансного контура [11]. В качестве примера следует отметить, что резонанс токов способен возникнуть при подключении на одну секцию шин частотно-регулируемого электропривода (нагрузку, имеющую активно-индуктивный характер потребляемого тока) и БСК, имеющую емкостный характер тока.

Следует отметить, что резонансные условия практически не выполняются на основной частоте сети, однако на частотах, близких к частотам ВГ могут легко выполняться. Авторы работы [12] отмечают, что в большинстве случаев электротехнический персонал, обслуживающий сети не имеет четкого представления об условиях возникновения резонансов на ВГ при изменении конфигурации СЭС, поэтому при определенном сочетании включенных ячеек на подстанции возможен выход из строя силового электропривода по причине возникновения резонанса токов на частотах ВГ сети.

Рассмотрим СЭС (см. рис. 1). Схема замещения такой СЭС на основной ча-

стоте представлена на рис. 2, на ВГ – на рис. 3. В качестве нагрузки, являющейся источником ВГ в сети, рассмотрим частотно-регулируемый электропривод, который генерирует широкий спектр гармоник в СЭС. Также, к шинам 0,4 кВ подключена БСК, предназначенная для компенсации реактивной мощности и повышения коэффициента активной мощности нагрузки ( $\cos\varphi$ ) в сети.

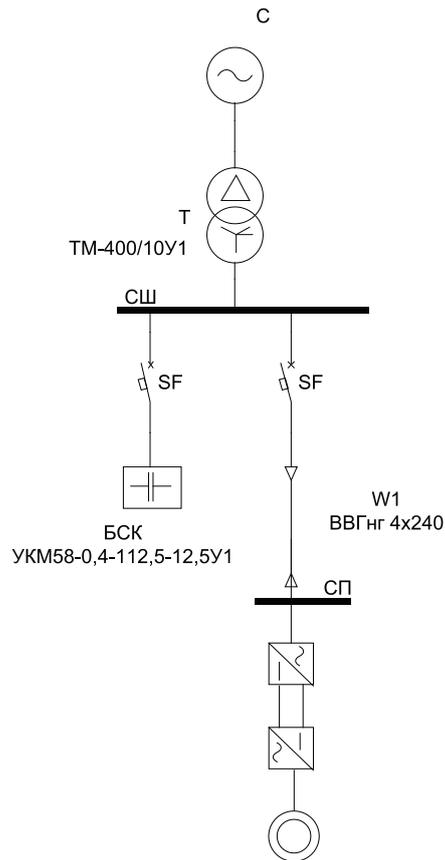


Рис. 1. Схема СЭС

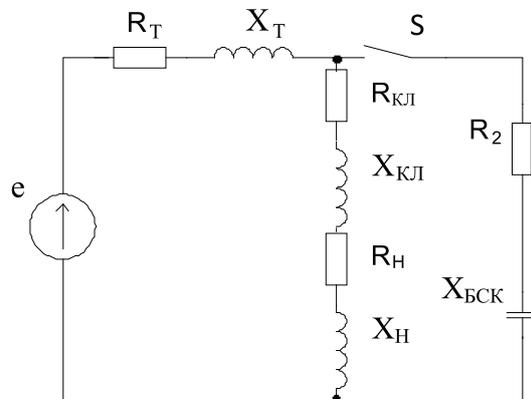


Рис. 2. Схема замещения СЭС на основной гармонике сети

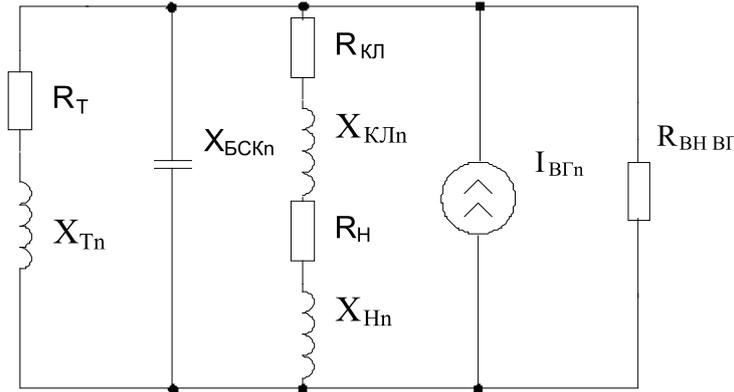


Рис. 3. Схема замещения резонансного контура СЭС (на ВГ)

### Предлагаемый алгоритм. Численный эксперимент

Сопротивление трансформатора с ростом частоты увеличивается и в комплексном виде может быть представлено как

$$Z_{Tn} = R_T + jnX_T,$$

где  $R_T$  – активное сопротивление трансформатора,  
 $X_T$  – индуктивное сопротивление трансформатора на основной частоте,  
 $n$  – номер гармоники.

Аналогично можно записать и сопротивление кабельной линии в комплексном виде:

$$Z_{кЛn} = R_{кЛ} + jnX_{кЛ},$$

где  $R_{кЛ} = r_0L$ ,  
 $X_{кЛ} = x_0L$ ,  
 $r_0, x_0$  – активное и индуктивное сопротивление кабельной ЛЭП на километр длины, Ом/км,  
 $L$  – длина кабеля, км

Сопротивление БСК, наоборот, с ростом частоты уменьшается, т.е. имеет место следующее соотношение:

$$Z_{БСКn} = -j \frac{1}{n\omega C_{БСКn}},$$

где  $C_{БСКn}$  – емкость БСК на выбранной ступени,  
 $\omega = 2\pi f$  – циклическая частота,  
 $f$  – частота питающей сети (50 Гц).

Емкость БСК ( $C_{БСКn}$ ) связана с величиной вырабатываемой реактивной мощности конденсаторной батареи ( $Q_{БСК}$ ) следующим образом:

$$C_{БСКn} = \frac{Q_{БСК}}{\omega U^2},$$

где  $U$  – напряжение сети.

По определению резонанса мы имеем равенство проводимостей параллельных

ветвей сети, т.е. для нашего случая мы можем записать:

$$b_L = b_C.$$

Условия возникновения резонанса токов в рассматриваемой СЭС принимают следующий вид:

$$\frac{\omega L_{\Sigma n}}{R_1^2 + \omega^2 L_{\Sigma n}^2} = \frac{1/\omega C_{БСКn}}{R_2^2 + \frac{1}{\omega^2 C_{БСКn}^2}},$$

где  $L_{\Sigma n}$  – суммарная индуктивность СЭС на частоте  $n$ -й гармоники,  
 $R_1$  – суммарное активное сопротивление кабельной линии и нагрузки,  
 $R_2$  – активное сопротивление БСК.

Если в последнем выражении пренебречь активным сопротивлением конденсаторной батареи ( $R_2$ ), тогда условие резонанса примет следующий вид:

$$\frac{\omega L_{\Sigma n}}{R_1^2 + \omega^2 L_{\Sigma n}^2} = \omega C_{БСКn},$$

где  $\omega$  – резонансная частота, рад.

Выразив из предыдущего выражения  $\omega$ , получим формулу для определения резонансной частоты:

$$\omega = \sqrt{\frac{L_{\Sigma n} - C_{БСКn} \cdot R_{\Sigma}^2}{C_{БСКn} \cdot L_{\Sigma n}^2}},$$

где  $R_{\Sigma}$  – суммарное активное сопротивление СЭС.

Если пренебречь активным сопротивлением СЭС, тогда условие резонанса существенно упрощается и примет следующий вид:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{C_{БСКn} \cdot L_{\Sigma n}}}.$$

Мы получили резонансную частоту в радианах. Если мы хотим получить частоту в герцах, тогда можно воспользоваться следующей формулой:

$$f = \frac{\omega}{2\pi}.$$

Рассмотрим на простом примере возможность возникновения резонанса. В СЭС, изображенной на рис. 1, может возникнуть резонанс токов, так как одновременно с решением проблемы компенсации реактивной мощности у нас образуется параллельный резонансный контур, в который входит нелинейная нагрузка с одной стороны, и БСК – с другой. В табл. 1 приведены параметры элементов СЭС необходимых для расчета всех возможных резонансных частот.

В рассматриваемой работе нелинейная нагрузка рассматривается как стационарно включенная, а изменение режима работы СЭС происходит посредством изменением степени компенсации реактивной мощ-

ности, а именно переключением ступеней БСК (рис. 4).

Кроме того, на этом же рисунке видно, что одновременно с увеличением степени компенсации уменьшается величина потребляемой реактивной мощности из системы. Рассмотрение именно такого режима работы необходимо для определения всех возможных резонансных частот для данной схемы.

Отметим основные допущения, которые были применены автором статьи при определении резонансных частот.

1. БСК была представлена емкостным сопротивлением (активное сопротивление не учитывалось ввиду его малости).

2. Частотно-регулируемый электропривод (частотный преобразователь) представлен источником тока с внутренним сопротивлением.

3. КЛЭП представлена в виде комплексного RL-сопротивления (без учета зарядной мощности).

Таблица 1

Паспортные данные трансформатора и кабельной линии

Трансформатор ТМ-400/10 У1								
S <sub>ном</sub> , кВА	P <sub>хх</sub> , кВт	P <sub>кз</sub> , кВт	U <sub>кз</sub> , %	I <sub>хх</sub> , %	R <sub>p</sub> , мОм	X <sub>тр</sub> , мОм	U <sub>вн</sub> , кВ	U <sub>нн</sub> , кВ
400	0,95	5,5	4,5	2,1	5,5	17,1	10,5	0,4
Кабельная линия ВВГнг 4х240								
r <sub>0</sub> , Ом/км			x <sub>0</sub> , Ом/км			I <sub>доп</sub> , А		
0,077			0,077			421		

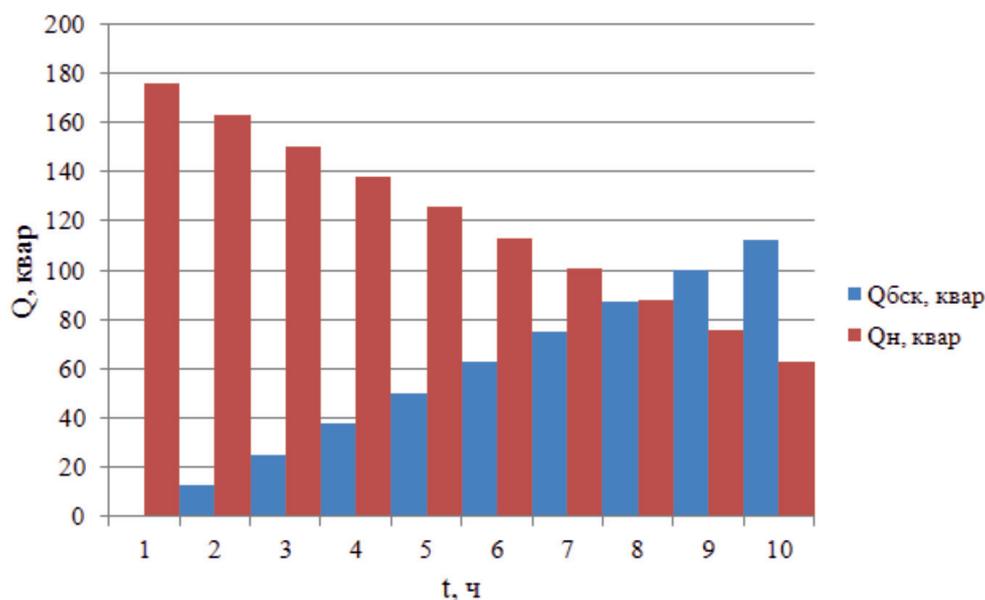


Рис. 4. График реактивной мощности нагрузки и ступеней БСК (за рабочую смену)

Таблица 2

Значения коэффициента активной мощности и резонансной частоты с учетом ( $f_{1рез}$ ) и без учета ( $f_{2рез}$ ) активной составляющей сопротивления элементов СЭС

$Q_{БСК}$ , квар	$\cos \varphi$	$f_{1рез}$ , Гц	$f_{2рез}$ , Гц	$\varepsilon$ , %
0	0,76	—	—	—
12,5	0,783	1312,713	1312,818	0,008
25	0,807	928,15	928,299	0,016
37,5	0,83	757,767	757,949	0,024
50	0,853	656,19	656,401	0,032
62,5	0,876	586,866	587,101	0,04
75	0,898	535,688	535,946	0,048
87,5	0,919	495,908	496,187	0,056
100	0,939	463,84	464,137	0,064
112,5	0,956	437,277	437,593	0,072

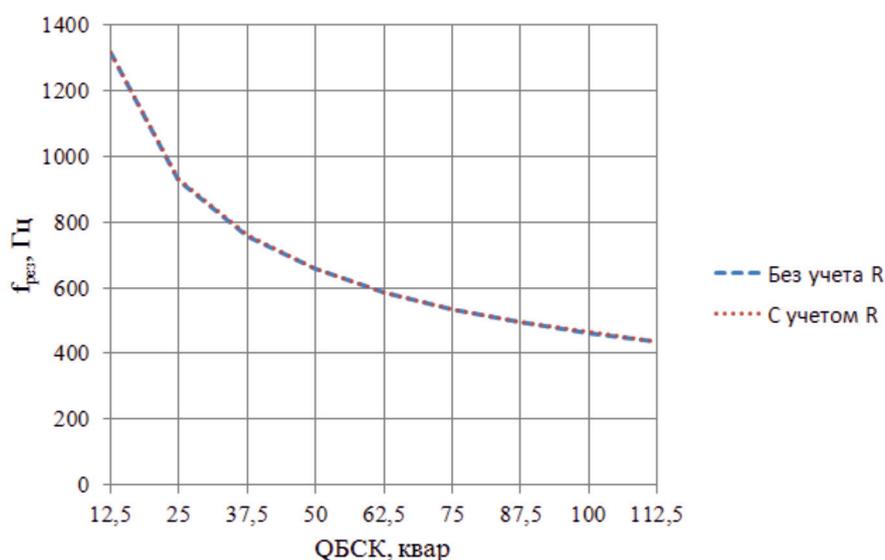


Рис. 5. График зависимости резонансной частоты от степени компенсации реактивной мощности

Предлагаемый алгоритм вычисляет: коэффициенты активной мощности нагрузки СЭС (как перед проведением компенсации реактивной мощности, так и после), коэффициенты загрузки питающего трансформатора (до и после компенсации), а также определяет резонансную частоту для каждого из режимов работы СЭС. Стоит отметить, что авторами производилось сравнение полученных резонансных частот, определенных как с учетом активных составляющих сопротивления системы, так и без их учета, что нашло отражение в табл. 2.

Расчет показал, что погрешность определения частоты резонанса не превышает 0,1%, если мы пренебрегаем активным сопротивлением резонансного контура. На

рис. 5 приведены графики, наглядно показывающие нам, что погрешность определения резонансной частоты без учета активной составляющей сопротивления резонансного контура будет незначительной (оба графика совпадают). То есть при проведении практических расчетов мы вправе пренебречь активной составляющей сопротивления контура.

### Выводы

На основании расчетов были определены все возможные частоты, на которых будет выполняться условие резонанса токов. Также, расчетным путем была определена погрешность определения резонансной частоты при пренебрежении активной со-

ставляющей проводимости контура, которая составила менее 0,1%. Выявление резонансных частот необходимо для подбора и настройки фильтров, предназначенных для снижения уровня токов ВГ в сети (для фильтрации ВГ с частотами, близкими к резонансным). Кроме того, определение возможных частот резонанса необходимо для оценки целесообразности применения фильтров гармоник.

#### Список литературы

1. ГОСТ ИЕС 60931-1-2013. Конденсаторы шунтирующие силовые несамовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие положения. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования техники безопасности. Руководство по установке и эксплуатации. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 27 с.
2. ГОСТ ИЕС 61921-2013. Конденсаторы силовые. Конденсаторные батареи для коррекции коэффициента мощности при низком напряжении. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.
3. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И.В. Жежеленко. – М.: Энергоатомиздат, 2000 – 331 с.
4. Шидловский А.К. Высшие гармоники в низковольтных электрических сетях / А.К. Шидловский, А.Ф. Жаркин. – Киев: Наукова Думка, 2005. – 211 с.
5. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. – М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.
6. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2014-07-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.
7. Павлов И.В. Изучение электромагнитной совместимости конденсаторных установок в системе электроснабжения ОАО «Ачинский НПЗ ВНК» при наличии высших гармоник / И.В. Павлов, О.А. Дружинин, Д.А. Скакунов [и др.]. // Технологии нефти и газа. – 2011. – № 1. – С. 41–43.
8. Коверникова Л.И. Один из подходов к поиску резонансных режимов на высших гармониках / Л.И. Коверникова, С.С. Смирнов // Электричество. – 2005. – № 10. – С. 62–69.
9. Huang Z. A practical harmonic resonance guideline for capacitor applications / Z. Huang, W. Xu, V. R. Dinavahi // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2003. – Vol. 18, Issue 4. – P. 1382–1387.
10. IEEE Std. 519-2014. IEEE Recommended practice and requirements for harmonic control in electric power systems. – Approved 2014-03-27. – IEEE, 2014. – 29 p.
11. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник / Л.А. Бессонов. – М.: Гардарики, 2002. – 638 с.
12. Николаев А.А. Экспериментальные исследования электромагнитной совместимости современных электроприводов в системе электроснабжения металлургического предприятия / А.А. Николаев, Г.П. Корнилов, Т.Р. Храшин [и др.]. // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2016. – Т. 14, № 4. – С. 96–105.

УДК 519.63

## УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ПО ВРЕМЕНИ С СОСРЕДОТОЧЕННОЙ ТЕПЛОЁМКОСТЬЮ

Нахушева Ф.М., Джанкулаева М.А., Нахушева Д.А.

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,  
Нальчик, e-mail: fatima-nakhusheva@mail.ru

В работе рассмотрено уравнение теплопроводности с дробной производной по времени, когда на границе области помещена сосредоточенная теплоемкость некоторой величины. Необходимость изучения краевых задач для дифференциальных уравнений с дробной производной связана с тем, что многие проблемы теории фильтрации жидкости в сильнопористой среде приводят к дифференциальным уравнениям с дробной производной. Дробные производные применяются при описании физических процессов стохастического переноса, при изучении деформационно-прочностных свойств полимерных материалов. В связи с этим возникает необходимость исследования краевых задач для дифференциальных уравнений с дробными производными и разработки методов их решений. Рассмотренные в работе условия возникают в случае, когда рассматривается тело с большой теплопроводностью, при решении задачи об установлении температуры в ограниченной среде при наличии нагревателя, трактуемого как сосредоточенная теплоёмкость. Аналогичные условия возникают также в практике регулирования солевого режима почв, когда рассоление верхнего слоя достигается сливом слоя воды с поверхности затопленного на некоторое время участка. В работе получена априорная оценка решения задачи с помощью метода энергетических неравенств, из которой следует устойчивость решения задачи по входным данным. Построена соответствующая разностная схема, проведено доказательство устойчивости разностной схемы с помощью принципа максимума.

**Ключевые слова:** производная дробного порядка, устойчивость решения, априорная оценка, устойчивость разностной схемы, принцип максимума

## THE HEAT CONDUCTION EQUATION CONDUCTIVITY WITH FRACTURE DERIVATIVES BY TIME WITH CONCENTRATED HEAT CAPACITY

Nakhusheva F.M., Dzhankulaeva M.A., Nakhusheva D.A.

Kabardino-Balkaria State University Kh.M. Berbekov, Nalchik,  
e-mail: fatima-nakhusheva@mail.ru

In this work the heat conduction equation with a fractional derivative with respect to time is considered, when on the boundary of the domain the concentrated heat capacity of some quantity is placed. The necessity of studying boundary value problems for differential equations with fractional derivative is connected with the fact that many problems of the theory of fluid filtration in a highly porous medium lead to differential equations with a fractional derivative. Fractional derivatives are used in describing the physical processes of stochastic transport, in studying the deformation-strength properties of polymer materials. In this connection the necessity to study boundary value problems for differential equations with fractional derivatives and to develop methods for their solutions arises. The considered conditions arise in the case when a body with a large thermal conductivity is considered when solving the problem of establishing a temperature in a restricted medium in the presence of a heater, called the concentrated heat capacity. Similar conditions also arise in the practice of regulating the salt regime of soils, when desalination of the upper layer is achieved by draining a layer of water from the surface of a flooded area for a time. An a priori estimate of the solution of the problem is obtained using the method of energy inequalities, from which the stability of the solution of the problem with respect to input data follows. The corresponding difference scheme is constructed, the stability of the difference scheme is proved by means of the maximum principle.

**Keywords:** derivative of fractional order, stability of solution, priori estimate, stability of difference scheme, maximum principle

Теория фракталов применяется при описании структуры неупорядоченных сред, например пористых сред, и описании протекающих в таких средах процессов. Движение примеси в потоке однородной жидкости описывается с использованием дифференциального уравнения дробного порядка [7]. Язык дробных производных применен при описании физических процессов стохастического переноса [9], при изучении деформационно-прочностных свойств полимерных материалов [1].

Диффузии дробного порядка посвящена работа [3]. Методам численного решения многомерного уравнения диффузии дробного порядка посвящены работы [5, 6, 10]. Задачи с сосредоточенной теплоёмкостью определённой величины на границе изучены в [8].

В данной работе рассматривается уравнение теплопроводности с переменными коэффициентами с дробной производной по времени с сосредоточенной теплоёмкостью определённой величины.

**Постановка задачи. Устойчивость**

В области  $Q_T = \{(x, t) : 0 < x < l, 0 < t \leq T\}$  будем рассматривать уравнение теплопроводности с дробной производной по времени с сосредоточенной теплоемкостью вида

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \partial_{0,t}^\alpha u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - u + f(x, t),$$

$$0 < x < l, 0 < t \leq T, \quad (1)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial x} = \chi_1 \frac{\partial u}{\partial t} + \beta_1(t)u - \mu_1(t), & x = 0, \\ -\frac{\partial u}{\partial x} = \chi_2 \frac{\partial u}{\partial t} + \beta_2(t)u - \mu_2(t), & x = l, \end{cases} \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad x \geq 0, \quad (3)$$

где  $\partial_{0,t}^\alpha u = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t u_\tau(x, \tau) d\eta$  – регуляризованная дробная производная порядка  $\alpha$ , где  $0 < \alpha < 1$ . Коэффициенты удовлетворяют условиям:  $\beta_1, \beta_2 \geq \beta_* > 0$ ,  $\chi_1, \chi_2 \geq 0$ ,  $\chi_1 + \chi_2 > 0$ . Устойчивость решения задачи (1)–(3) будем доказывать с помощью известного метода энергетических неравенств [8].

Для чего уравнение (1) умножаем на  $u(x, t)$  скалярно и получим тождество

$$\left( \frac{\partial u}{\partial t}, u \right) + (\partial_{0,t}^\alpha u, u) = \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, u \right) - (u, u) + (f(x, t), u). \quad (4)$$

В (4) скалярное произведение определено по формуле  $(u, v) = \int_0^l u \cdot v dx$  и норма через него  $\|u\|_0^2 = (u, u) = \int_0^l u^2 dx$ . Первое и второе слагаемые в (4) нам дадут

$$\begin{aligned} \left( \frac{\partial u}{\partial t}, u \right) &= \int_0^l \frac{\partial u}{\partial t} \cdot u dx = \\ &= \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^l u^2(x, t) dx = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} \|u\|_0^2, \\ (\partial_{0,t}^\alpha u, u) &= \int_0^l \partial_{0,t}^\alpha u \cdot u dx. \end{aligned} \quad (5)$$

Для третьего слагаемого в (4) применим интегрирование по частям:

$$\left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, u \right) = \int_0^l \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \cdot u dx = \frac{\partial u}{\partial x}(l, t) \cdot u(l, t) - \frac{\partial u}{\partial x}(0, t) \cdot u(0, t) - \int_0^l \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx.$$

Принимая во внимание граничные условия (2), из последнего можем записать:

$$\begin{aligned} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, u \right) &= -\chi_2 \frac{\partial u(l, t)}{\partial t} u(l, t) - \beta_2(t)u^2(l, t) + \mu_2(t)u(l, t) - \\ &- \chi_1 \frac{\partial u(0, t)}{\partial t} u(0, t) - \beta_1(t)u^2(0, t) + \mu_1(t)u(0, t) - \int_0^l \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx. \end{aligned} \quad (6)$$

В (6) к слагаемым  $\mu_1(t)u(0, t)$ ,  $\mu_2(t)u(l, t)$ ,  $\beta_1(t)u^2(0, t)$ ,  $\beta_2(t)u^2(l, t)$  применяется известное неравенство из [4, с. 172]. Первое и четвертое выражения в правой части (6) перепишем в виде

$$\chi_2 \frac{\partial u(l, t)}{\partial t} u(l, t) = \frac{\chi_2}{2} \frac{\partial}{\partial t} (u^2(l, t)), \quad \chi_1 \frac{\partial u(0, t)}{\partial t} u(0, t) = \chi_1 \frac{\partial}{\partial t} (u^2(0, t)).$$

Интеграл в правой части (6), четвёртый и пятый интегралы в тождестве (4) равны соответственно

$$\begin{aligned} \int_0^l \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 dx &= \|u_x\|_0^2, \quad (u, u) = \int_0^l u^2(x, t) dx = \|u\|_0^2, \\ (f(x, t), u) &\leq \frac{1}{2} \|f\|_0^2 + \frac{1}{2} \|u\|_0^2. \end{aligned} \quad (7)$$

Поскольку интеграл  $\int_0^l \partial_{0t}^\alpha u \cdot u \, dx \geq 0$ , то, пренебрегая им в левой части (4) (неравенство только усилится), с учётом (5)–(7) получаем

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} \|u\|_0^2 \leq & -\frac{\chi_2}{2} \frac{\partial}{\partial t} (u^2(l,t)) - \frac{\chi_1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (u^2(0,t)) - (\varepsilon(2\beta_* - 1) + 1) \|u_x\|_0^2 + \\ & + \left( c_\varepsilon - 2\beta_* \varepsilon - \frac{1}{2} \right) \|u\|_0^2 + \frac{1}{2} \|f(x,t)\|_0^2 + \frac{1}{2} \mu_1^2(t) + \frac{1}{2} \mu_2^2(t). \end{aligned} \quad (8)$$

Полученное неравенство (8) теперь будем интегрировать по  $\tau$  от 0 до  $t$ . С учетом начального значения (3) получаем для первого слагаемого:

$$\frac{1}{2} \int_0^t \frac{\partial}{\partial \tau} \|u(x,\tau)\|_0^2 \, d\tau = \frac{1}{2} \|u(x,t)\|_0^2 - \frac{1}{2} \|u_0(x)\|_0^2. \quad (9)$$

Для третьего и четвёртого выражений получим:

$$\begin{aligned} \int_0^t \frac{\chi_2}{2} \frac{\partial}{\partial \tau} (u^2(l,\tau)) \, d\tau &= \frac{\chi_2}{2} (u^2(l,t) - u^2(l,0)), \\ \int_0^t \frac{\chi_1}{2} \frac{\partial}{\partial \tau} (u^2(0,\tau)) \, d\tau &= \frac{\chi_1}{2} (u^2(0,t) - u^2(0,0)). \end{aligned} \quad (10)$$

К выражениям  $u^2(0,t)$ ,  $u^2(l,t)$  также будем применять неравенство из [4, с. 172], а с учетом условия (3) запишем:  $u^2(0,0) \leq u_0^2(0)$ ,  $u^2(l,0) \leq u_0^2(l)$ . Для пятого, шестого и седьмого интегралов имеем

$$\int_0^t \|u_x(x,\tau)\|_0^2 \, d\tau = \|u_x(x,t)\|_{2,Q_t}^2, \quad \int_0^t \|u(x,\tau)\|_0^2 \, d\tau = \|u(x,t)\|_{2,Q_t}^2, \quad \int_0^t \|f(x,\tau)\|_0^2 \, d\tau = \|f(x,t)\|_{2,Q_t}^2. \quad (11)$$

Учитывая (9)–(11) из (8) имеем

$$\begin{aligned} \frac{\varepsilon(\chi_1 + \chi_2)}{2} \|u_x(x,t)\|_0^2 + \left( \frac{c_\varepsilon(\chi_1 + \chi_2)}{2} + \frac{1}{2} \right) \|u(x,t)\|_0^2 \leq & (\varepsilon - 2\beta_* \varepsilon - 1) \|u_x(x,t)\|_{2,Q_t}^2 + \\ & + \left( c_\varepsilon - 2\beta_* \varepsilon - \frac{1}{2} \right) \|u(x,t)\|_{2,Q_t}^2 + \frac{1}{2} \|f(x,t)\|_{2,Q_t}^2 + \frac{1}{2} \|u_0(x)\|_0^2 + \\ & + \frac{1}{2} \int_0^t (\mu_1^2(\tau) + \mu_2^2(\tau)) \, d\tau + \frac{\chi_1}{2} u_0^2(0) + \frac{\chi_2}{2} u_0^2(l). \end{aligned} \quad (12)$$

Сделаем обозначение в последнем неравенстве:  $\nu/2 = c_\varepsilon - 2\beta_* \varepsilon - 1/2$  и потребуем, чтобы выполнялось неравенство  $\varepsilon - 2\beta_* \varepsilon - 1 \geq 1/2$ . Также заметим, что  $c_\varepsilon(\chi_1 + \chi_2) > 0$ ,  $\varepsilon(\chi_1 + \chi_2) > 0$  ввиду условий  $\chi_1 \geq 0$ ,  $\chi_2 \geq 0$ ,  $\chi_1 + \chi_2 > 0$ . С учетом этого, сократив неравенство на  $1/2$ , из (12) будем иметь

$$\begin{aligned} \|u(x,t)\|_0^2 + \|u_x(x,t)\|_0^2 \leq M_1 \int_0^t (\|u(x,\tau)\|_0^2 + \|u_x(x,\tau)\|_0^2) \, d\tau + \\ + \|f(x,t)\|_{2,Q_t}^2 + \|u_0(x)\|_0^2 + \int_0^t (\mu_1^2(\tau) + \mu_2^2(\tau)) \, d\tau + \chi_1 u_0^2(0) + \chi_2 u_0^2(l). \end{aligned} \quad (13)$$

В (13) обозначим

$$F(t) = \|f(x,t)\|_{2,Q_t}^2 + \|u_0(x)\|_0^2 + \int_0^t (\mu_1^2(\tau) + \mu_2^2(\tau)) \, d\tau + \chi_1 u_0^2(0) + \chi_2 u_0^2(l).$$

Тогда из (13) можем записать

$$\|u(x,t)\|_0^2 + \|u_x(x,t)\|_0^2 \leq M_1 \int_0^t (\|u(x,\tau)\|_0^2 + \|u_x(x,\tau)\|_0^2) d\tau + F(t). \quad (14)$$

Введем в (14) обозначение:  $\int_0^t (\|u(x,\tau)\|_0^2 + \|u_x(x,\tau)\|_0^2) d\tau = y(t)$ , с учетом которого неравенство (14) переписывается в виде  $\frac{dy(t)}{dt} \leq y(t) + F(t)$ . Далее, применяя лемму 1.1 для нестационарных задач ([4], стр.152), из последнего неравенства можем иметь неравенство:  $y(t) \leq e^t \cdot t \cdot F(t)$ . Теперь, учитывая последнее неравенство и введенные выше обозначения, записываем:

$$\int_0^t (\|u(x,\tau)\|_0^2 + \|u_x(x,\tau)\|_0^2) d\tau \leq e^t \cdot t \cdot F(t). \quad (15)$$

Учитывая (15), из неравенства (13) получаем неравенство:

$$\|u(x,t)\|_0^2 + \|u_x(x,t)\|_0^2 \leq M(t) (\|u_0(x)\|_0^2 + \|f(x,t)\|_{2,Q_t}^2) + \int_0^t (\mu_1^2(\tau) + \mu_2^2(\tau)) d\tau, \quad (16)$$

здесь  $M(t)$  – величина положительная, которая зависит от коэффициентов уравнения (1) и размеров области  $Q_T$ . Из полученной априорной оценки (16) можем сделать вывод, что решение задачи (1)–(3) устойчиво по начальному значению, граничным данным и правой части.

### Разностная схема

Будем предполагать в дальнейшем, что решение задачи обладает требуемой по ходу изложения гладкостью. В замкнутой области  $\bar{Q}_T \equiv \{(x,t): 0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq T\}$  строится сетка

$$\bar{\omega}_{\tau} = \bar{\omega}_h \times \bar{\omega}_\tau = \left\{ (x_i, t_j) = (ih, j\tau), i = 0, 1, \dots, N; j = 0, 1, \dots, j_0 \right\},$$

где  $\bar{\omega}_h = \{x_i = ih, i = 0, 1, \dots, N\}$ ,  $\bar{\omega}_\tau = \{t_j = j\tau, j = 0, 1, \dots, j_0\}$ ,  $h = l/N$  – шаг сетки  $\bar{\omega}_h$  по переменной  $x$ ,  $N$  – число разбиений по  $x$ ,  $\tau = T/j_0$  – шаг сетки  $\bar{\omega}_\tau$  по переменной  $t$ ,  $j_0$  – число разбиений по  $t$ . Для уравнения (1) запишем разностное уравнение с параметром в виде

$$y_i + \Delta_{0t}^\alpha y = \Lambda(\sigma \hat{y} + (1 - \sigma)y) + \varphi, \quad (17)$$

где  $\sigma$  – параметр,  $y_i = \frac{\hat{y} - y}{\tau}$ ,  $\hat{y} = y_i^{j+1}$ ,  $y = y_i^j$ ,  $\Lambda y = y_{\bar{x}x} - y$ ,  $y_{\bar{x}x} = \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h^2}$ ,

$\Delta_{0t}^\alpha y = \frac{1}{\Gamma(2 - \alpha)} \sum_{s=0}^j (t_{j-s+1}^{1-\alpha} - t_{j-s}^{1-\alpha}) y_i^s$  – дискретный аналог дробной производной,

$y_i^s = \frac{y^{s+1} - y^s}{\tau}$ . В классе достаточно гладких функций  $u(x, t)$  справедливо равенство:

$\partial_{0t}^\alpha u = \Delta_{0t}^\alpha u + O(\tau)$  (Шхануков М.Х. Доклады РАН. – 1996. – Т. 348. С. 746–748). Разностное уравнение (17) аппроксимирует уравнение (1) с точностью  $O(h^2 + \tau)$ .

Аппроксимацию при  $x = 0$  краевого условия (2)  $y_{\bar{x},1} = \chi_1 y_i + \beta_1 y_0 - \mu_1$ , дающую точность  $O(h + \tau)$ , повышаем, следуя [8], до порядка  $O(h^2 + \tau)$ . Получаем

$$\Delta_{0t}^\alpha y_0 = \frac{y_{\bar{x},1} - (\chi_1 + 0.5h)y_{i,0} - (0.5h + \beta_1)y_0}{0.5h} + \frac{0.5h f_0 + \mu_1}{0.5h},$$

где  $y_{i,0} = \frac{\hat{y}_0 - y_0}{\tau}$ ,  $y_{\bar{x},1} = \frac{y_1 - y_0}{h}$ . Аналогично, для (2) при  $x = l$  получаем

$$\Delta_{0t}^\alpha y_0 = \frac{-y_{\bar{x},N} - (\chi_2 + 0.5h)y_{i,N} - (0.5h + \beta_2)y_N}{0.5h} + \frac{0.5h f_N + \mu_2}{0.5h},$$

где  $y_{i,N} = \frac{\hat{y}_N - y_N}{\tau}$ ,  $y_{\bar{x},N} = \frac{y_N - y_{N-1}}{h}$ .

Итак, разностный аналог задачи (1)–(3), дающий точность  $O(h^2 + \tau)$ , запишется в виде

$$\Delta_{0t}^\alpha y_0 = \frac{y_{\bar{x},1}^{(\sigma)} - (\chi_1 + 0,5h)y_{t,0} - (0,5h + \beta_1)y_0^{(\sigma)}}{0,5h} + \tilde{\mu}_1, \quad x=0, \quad (18)$$

$$y_i + \Delta_{0t}^\alpha y = \Lambda y^{(\sigma)} + \varphi, \quad x \in \omega_h, \quad (19)$$

$$\Delta_{0t}^\alpha y_N = -\frac{y_{\bar{x},N}^{(\sigma)} + (\chi_2 + 0,5h)y_{t,N} + (0,5h + \beta_2)y_N^{(\sigma)}}{0,5h} + \tilde{\mu}_2, \quad x=l, \quad (20)$$

$$y(x,0) = u_0(x), \quad x = x_i \in \bar{\omega}_h, \quad (21)$$

где  $y^{(\sigma)} = \sigma \hat{y} + (1-\sigma)y$ ,  $\tilde{\mu}_1 = \frac{\bar{\mu}_1}{0,5h}$ ,  $\bar{\mu}_1 = 0,5h f_0 + \mu_1$ ,  $\tilde{\mu}_2 = \frac{\bar{\mu}_2}{0,5h}$ ,  $\bar{\mu}_2 = 0,5h f_N + \mu_2$ .

Для достижения порядка аппроксимации  $O(h^2 + \tau)$  при построении разностной схемы потребовалась достаточно высокая гладкость решения  $u(x,t) \in C^{4,2}(\bar{Q}_T)$ , для чего необходимо  $f(x,t) \in C^{2,1}(\bar{Q}_T)$ .

### Устойчивость разностной схемы

Для доказательства устойчивости построенной разностной схемы будем пользоваться принципом максимума. Для этого разностную схему (18)–(21) приведем к каноническому виду [8, с. 228]:

$$A(P)y(P) = \sum_{Q \in \mathbb{I}^+(P)} B(P,Q)y(Q) + F(P), \quad P \in \omega, \quad (22)$$

где  $\omega$  – сетка связная;  $\mathbb{I}^+(P)$  – окрестность узла  $P$ , не содержащая сам узел  $P$ ,  $F(P)$  – известная правая часть. Для коэффициентов (22) должны выполняться условия:  $A(P) > 0$  для всех  $P \in \omega$ ;  $B(P,Q) > 0$  для всех  $P, Q \in \omega$ ;  $D(P) = A(P) - \sum_{Q \in \mathbb{I}^+(P)} B(P,Q) \geq 0$ ,  $P \in \omega$ . Рассмотрим

случай  $\sigma = 1$ . Тогда (22) имеет вид:  $y_i + \Delta_{0t}^\alpha y = \Lambda \hat{y} + \phi$ . Расписав в индексной форме с учётом того, что  $\frac{t_1^{1-\alpha} - t_0^{1-\alpha}}{\tau} = \frac{1}{\tau^\alpha}$ ,  $\frac{t_2^{1-\alpha} - t_1^{1-\alpha}}{\tau} = \frac{2^{1-\alpha} - 1}{\tau^\alpha}$ , имеем

$$\left( \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{\tau} + \frac{2}{h^2} + 1 \right) y_i^{j+1} = \frac{1}{h^2} y_{i+1}^{j+1} + \frac{1}{h^2} y_{i-1}^{j+1} + \left( \frac{2-2^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{\tau} \right) y_i^j + \frac{2^{1-\alpha}-1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} y_i^{j-1} - \sum_{s=0}^{j-2} (t_{j-s+1}^{1-\alpha} - t_{j-s}^{1-\alpha}) y_i^s + \phi_i^j.$$

Здесь коэффициенты:

$$A(P) = \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{\tau} + \frac{2}{h^2} + 1, \\ B(P,Q) = \left\{ \frac{1}{h^2}, \frac{1}{h^2}, \frac{2-2^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{\tau}, \frac{2^{1-\alpha}-1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} \right\}, \quad D(P(x_i, t_{j+1})) = 1.$$

Выполняются условия:

$$A(P) > 0, \quad B(P,Q) > 0, \quad D(P) > 0. \quad (23)$$

В точке  $P = P(x_0, t_{j+1})$  для (23) будем иметь

$$\left( \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{0,5h^2} + \frac{2\chi_1 + h}{h\tau} + 1 + \frac{\beta_1}{0,5h} \right) y_0^{j+1} = \frac{1}{0,5h^2} y_1^{j+1} + \left( \frac{2-2^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{2\chi_1 + h}{h\tau} \right) y_0^j + \frac{2^{1-\alpha}-1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} y_0^{j-1} - \sum_{s=0}^{j-2} (t_{j-s+1}^{1-\alpha} - t_{j-s}^{1-\alpha}) \frac{y_0^{s+1} - y_0^s}{\tau} + \tilde{\mu}_1.$$

Здесь коэффициенты равны

$$A(P) = \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{0.5h^2} + \frac{2\chi_1 + h}{h\tau} + 1 + \frac{\beta_1}{0.5h},$$

$$B(P, Q) = \left\{ \frac{1}{0.5h^2}, \frac{2-2^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha}, \frac{2\chi_1 + h}{h\tau}, \frac{2^{1-\alpha} - 1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} \right\}, D(P(x_0, t_{j+1})) = 1 + \frac{\beta_1}{0.5h}.$$

С учетом неравенств  $\beta_1 \geq \beta_* > 0$ ,  $\chi_1 \geq 0$  имеем выполнение условий на коэффициенты:

$$A(P) > 0, B(P, Q) > 0, D(P(x_0, t_{j+1})) > 0. \quad (24)$$

Аналогично, в точке  $P = P(x_N, t_{j+1})$  для граничного условия (20) имеем

$$\left( \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{0.5h^2} + \frac{2\chi_2 + h}{h\tau} + 1 + \frac{\beta_2}{0.5h} \right) y_N^{j+1} = \frac{1}{0.5h^2} y_{N-1}^{j+1} +$$

$$+ \left( \frac{2-2^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{2\chi_2 + h}{h\tau} \right) y_N^j + \frac{2^{1-\alpha} - 1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} y_N^{j-1} - \sum_{s=0}^{j-2} (t_{j-s+1}^{1-\alpha} - t_{j-s}^{1-\alpha}) \frac{y_N^{s+1} - y_N^s}{\tau} + \tilde{\mu}_2.$$

Здесь коэффициенты имеют вид

$$A(P) = \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} + \frac{1}{0.5h^2} + \frac{2\chi_2 + h}{h\tau} + 1 + \frac{\beta_2}{0.5h},$$

$$B(P, Q) = \left\{ \frac{1}{0.5h^2}, \frac{2-2^{1-\alpha}}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha}, \frac{2\chi_2 + h}{h\tau}, \frac{2^{1-\alpha} - 1}{\Gamma(2-\alpha)\tau^\alpha} \right\}, D(P(x_N, t_{j+1})) = 1 + \frac{\beta_2}{0.5h}.$$

С учетом условий  $\beta_2 \geq \beta_* > 0$ ,  $\chi_2 \geq 0$  имеем выполнение условий:

$$A(P) > 0, B(P, Q) > 0, D(P(x_N, t_{j+1})) > 0. \quad (25)$$

Из неравенств (23)–(25) на основании теоремы 3 [8, с. 228], для разностной задачи (18)–(21) следует справедливость оценки в норме пространства  $C$ :  $\|y\|_C \leq \left\| \frac{F(P)}{D(P)} \right\|_C$ ,

откуда следует устойчивость решения разностной схемы в равномерной метрике.

#### Список литературы

1. Бегли Р.Л., Торвик П.Дж. Дифференциальное исчисление, основанное на производных дробного порядка – новый подход к расчёту конструкций с вязкоупругим демпфированием // Аэрокосмическая техника. – 1984. – Т. 2, № 2. С. 84–93.
2. Елеев В.А., Кумыкова С.К. О некоторых краевых задачах со смещением на характеристиках для смешанного уравнения гипербола-параболического типа // Украинский математический журнал. – 2000. – Т. 52, № 5. – С. 707–716.

3. Кочубей А.Ю. Диффузия дробного порядка // Дифференц. уравнения. – 1990. – Т. 26. – С. 660–670.

4. Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики. – М.: Наука, 1973. – 407 с.

5. Нахушева Ф.М. Об одном классе нелокальных краевых задач для уравнения теплопроводности // Доклады А(Ч) МАН. – Нальчик, 1995. – Т. 1, № 2. – С. 23–25.

6. Нахушева Ф.М., Шхануков-Лафишев М.Х. Об устойчивости локально-одномерной схемы для уравнения диффузии дробного порядка в многомерной области // Доклады А(Ч)МАН. – Нальчик, 1997. – Т. 1, № 2. – С. 23–26.

7. Нигматуллин Р.Р. Решение обобщенного уравнения переноса в среде с фрактальной геометрией // Phs. stat. Sol. b. 133, 1986. (The realization of generalized transfer equation in a medium with fractal geometry // Phys. Status solidi. B. 1986. V 133. P. 425–430).

8. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 616 с.

9. Чукбар К.В. Стохастический перенос и дробные производные. – ЖЭТФ. – 1995. – Т. 108. – Вып. 5(11). – С. 1875–1884.

10. Шхануков-Лафишев М.Х., Нахушева Ф.М. Локально-одномерная схема для уравнения диффузии дробного порядка в  $r$ -мерном параллелепипеде // Известия КБНЦ РАН. – 1999. – Т. 1, № 2. – С. 35–41.

## ПАРАДОКСАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ

<sup>1,2</sup>Сеницкий В.Л.<sup>1</sup>Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск;<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет, Новосибирск, e-mail: sennitskii@yandex.ru

Представлен краткий обзор исследований в актуальной научной области – совместной динамике жидкостей и контактирующих с ними твердых и газовых тел. Исследования в данной области направлены прежде всего на получение результатов, характеризующихся как фундаментальной, так и прикладной значимостью, на обнаружение и корректное математическое описание новых гидромеханических эффектов, явлений. Имеющиеся и ожидаемые результаты, в частности, могут быть использованы при разработке новых подходов к изучению научных и технических проблем, касающихся создания новых и улучшенных материалов, перспективных лекарственных форм, при решении проблем, связанных с процессами космической технологии, биотехнологии, тонкой химической технологии. Изложение акцентировано главным образом на неординарных результатах, гидромеханических эффектах. Рассмотрена задача о движении идеальной жидкости, вызываемом симметричными, периодическими по времени воздействиями. Обнаружен новый гидромеханический эффект, состоящий в том, что жидкость ведет себя парадоксальным образом: на фоне колебаний совершает однонаправленное стационарное движение.

**Ключевые слова:** жидкость, включение, стенка, колебания, парадоксальное движение, самодвижение, смерч (торнадо), термокапиллярная конвекция, разрешенные и запрещенные состояния

## A PARADOXICAL LIQUID MOTION

<sup>1,2</sup>Sennitskiy V.L.<sup>1</sup>Lavrentyev Institute of Hydrodynamics SB RAS, Novosibirsk;<sup>2</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk, e-mail: sennitskii@yandex.ru

A brief review of investigations is presented in an actual scientific field – joint dynamics of liquids and being in contact with them solid and gas bodies. First of all the investigations in this field are directed to obtaining results characterized by both a fundamental and an applied significance, to the discovery and a correct mathematical description of new hydro-mechanical effects and phenomena. Having place and expected results in particular may be used under elaborating of new approaches the study of scientific and technical problems which concern the creation of new and improved materials, perspective medicine forms, under solving the problems connected with the processes of space technology, bio-technology, delicate chemistry technology. In the main the content accents not ordinary results and hydro-mechanical effects. It is considered the problem on the motion of an ideal liquid caused by periodical on time symmetrical influences. The new hydro-mechanical effect is revealed consisting in that the liquid behaves paradoxically: on a background of oscillations the liquid fulfils its unidirectional stationary motion.

**Keywords:** liquid, inclusion, wall, oscillations, paradoxical motion, self-motion, whirlwind (tornado), thermo-capillary convection, permitted and forbidden states

Результаты ряда теоретических и экспериментальных исследований [1–17] обусловили заметный прогресс в выявлении и понимании особенностей динамики гидромеханических систем, закономерностей силового взаимодействия и совместного движения жидкостей и контактирующих с ними твердых и газовых тел (стенок, включений) в различных гидромеханических условиях. Данная научная область неизменно актуальна. Исследования осуществляются на основе теоретических задач в точных постановках и направленных экспериментов с определением факторов, принципиальным образом влияющих на наблюдаемые результаты. К настоящему времени, в частности, является установленным, что гидромеханические системы могут проявлять заданные свойства, демонстрировать необычное и даже парадоксальное поведение; обнаружены новые гидромеханические эффекты.

**Область исследований, теоретические и экспериментальные результаты**

В работе [1] рассмотрена следующая задача, постановка и изучение которой в значительной мере предопределили содержание дальнейших исследований. В идеальной жидкости, ограниченной извне плоской поверхностью твердой стенки, находится твердое тело (круговой цилиндр). В начальный момент времени стенка, жидкость и тело неподвижны. В последующие моменты времени стенка, вибратор совершает заданные периодические поступательные колебания вдоль оси, нормальной к ее границе. Требуется определить движение тела, включения. Реализовано приближение малых значенний отношения радиуса тела к расстоянию между телом и стенкой. Доказано, что для  $\rho_v \neq \rho_{ж}$  ( $\rho_v$ ,  $\rho_{ж}$  – плотности соответственно включения и жидкости) на каждую часть единичной длины включения со стороны

жидкости действует направленная к стенке сила, модуль которой неограниченно возрастает с ростом характерной скорости стенки. Таким образом, включение притягивается к стенке, и это притяжение может быть достаточным для того, чтобы скомпенсировать или даже превзойти иные возможные силовые воздействия на включение. Данный результат свидетельствует о наличии следующих эффектов необычного, парадоксального движения твердого тела в колеблющейся (вибрирующей) жидкости. В присутствии силы тяжести (при ускорении свободного падения, отличном от нуля:  $\mathbf{g} \neq 0$ ) – на фоне колебаний – тело, более плотное, чем жидкость, находясь над стенкой, тонет быстрее; находясь под стенкой, тонет медленнее, всплывает вместо того, чтобы тонуть, не тонет и не всплывает – «левитирует»; тело, менее плотное, чем жидкость, находясь под стенкой, всплывает быстрее; находясь над стенкой, всплывает медленнее, тонет вместо того, чтобы всплывать, не всплывает и не тонет – «левитирует». Если сила тяжести отсутствует,  $\mathbf{g} = 0$ , и  $\rho_v \neq \rho_{ж}$ , то и при  $\rho_v > \rho_{ж}$  и при  $\rho_v < \rho_{ж}$ , включение (на фоне колебаний) движется к стенке, к вибратору.

Работа [1] по существу явилась истоком актуального научного направления – изучения динамики гидромеханических систем при периодических воздействиях (см. в связи с этим также [18–20]). Данное направление, в частности, непосредственно связано с проблемой выявления новых возможностей управления гидромеханическими системами.

Исследование, отраженное в [1], нашло свое развитие в [3].

В работе [2] получены результаты, отличные от представленного выше для  $\mathbf{g} = 0$  на качественном уровне. Рассмотрена следующая задача. В идеальной неограниченной извне жидкости находятся два твердых тела (шары). В начальный момент времени жидкость и оба тела неподвижны. В последующие моменты времени первое тело, вибратор, совершает заданные периодические поступательные колебания вдоль оси, произвольным образом ориентированной в пространстве. Требуется определить движение второго тела, включения. Найдено решение задачи для малых значений отношения радиуса первого тела к расстоянию между телами (радиус второго тела не мал и не велик по сравнению с радиусом первого тела). Установлено, что второе тело, включение ведет себя по-разному в зависимости от того, как соотносится его плотность с плотностью жидкости: включение, плотность которого больше, чем плотность жидкости ( $\rho_v > \rho_{ж}$ ), движется к вибратору, к первому телу; включение, плотность ко-

торого меньше, чем плотность жидкости ( $\rho_v < \rho_{ж}$ ), движется от вибратора. Второе тело, плотность которого совпадает с плотностью жидкости, в реализованном в [2] приближении (на фоне колебаний) пребывает в состоянии покоя.

Интересно отметить, что в [2] колеблющееся первое тело может рассматриваться как «источник гравитации»: второе тело, плотность которого больше, чем плотность жидкости, «тонет», второе тело, плотность которого меньше, чем плотность жидкости, «всплывает».

Анализ результатов, полученных в [1, 2], привел к началу содержательной классификации колебаний жидкости, к разделению колебаний жидкости на однородные и неоднородные [8]. Пусть включения в жидкости (движение которых изучается) отсутствуют; тогда колебания жидкости являются однородными, если все частицы жидкости движутся с одной и той же скоростью, колебания жидкости являются неоднородными, если не все частицы жидкости движутся с одной и той же скоростью. Колебания жидкости, в частности, в [1, 3] являются однородными, в [2] – неоднородными.

Важное место в исследованиях необычного, парадоксального поведения включений в колеблющейся жидкости принадлежит установлению и использованию принципа, состоящего в том, что в основе содержательных различий между движением включений в жидкости при наличии колебательных воздействий и в отсутствие колебательных воздействий на гидромеханическую систему находится возможность совершения включениями движения в различных направлениях в неодинаковых условиях (см., в частности, [10]).

В работе [4] поставлена и решена задача о движении газового включения, пузыря в колеблющейся вязкой жидкости как задача о течении жидкости со свободной границей. Обнаружен эффект преимущественно однонаправленного движения газового пузыря в колеблющейся (вибрирующей) жидкости. Сущность данного эффекта состоит в том, что газовый пузырь в жидкости, заполняющей (вместе с пузырем) замкнутый сосуд, вследствие заданных колебаний и деформаций сосуда перемещается в заданном направлении. В [6] представлены экспериментальные данные, подтверждающие наличие этого эффекта. Работа [7] посвящена экспериментальному обнаружению эффекта преимущественно однонаправленного движения сжимаемого твердого тела в колеблющейся жидкости (аналогичного эффекту преимущественно однонаправленного движения газового пузыря). В [11] проведено математическое

моделирование данного эффекта, поставлена и решена задача о движении пульсирующего твердого тела (шара) в колеблющейся вязкой жидкости (достигнуто соответствие между теорией и экспериментом). Таким образом, исследования, отраженные в [4, 6, 7, 11], привели к установлению существования явления преимущественно однонаправленного движения сжимаемых включений в колеблющейся (вибрирующей) жидкости. Представленными результатами, в частности, были обусловлены изобретения – способа очистки жидкости от частиц (Патент РФ № 2023772) и устройства для очистки жидкости от частиц (Патент РФ № 2103045).

Как известно [5], многие тела (организмы, устройства) могут совершать самодвижение в жидкости, т. е., находясь в жидкости, перемещаясь, отталкиваясь от нее. В работе [5] получены уравнения и сформулирована концепция самодвижения твердого тела в жидкости. Поставлена и изучена задача о движении в покоящейся на бесконечности вязкой жидкости самодвижущегося тела с периодически по времени работающим двигателем. В частности, определено асимптотическое поведение скорости жидкости на больших расстояниях от самодвижущегося тела. (В связи с проблемой самодвижения см. также [21–24]).

Интересно отметить, что решенная в [5] задача может служить математической моделью самодвижения в жидкости микроорганизма *Paramecium* (класс ресничных инфузорий) [25, 26].

Одним из актуальных направлений в гидромеханике является изучение термокапиллярной конвекции жидкости в плавающей области, жидком мостике. Данное направление имеет непосредственное отношение к проблеме создания высококачественных материалов. Задачи, касающиеся этого направления, весьма сложны ввиду того, что жидкость (расплав), образуя собой жидкий мостик, соприкасается с двумя твердыми телами и с газом; граница плавающей области частично является твердой, а частично – свободной. В работе [9] предложен подход, позволяющий осуществлять эффективное аналитическое изучение термокапиллярной конвекции в плавающей области. Данный подход может использоваться при математическом моделировании как стационарных, так и нестационарных пространственных течений жидкости в плавающей области как в отсутствие, так и при наличии массовых сил. (В связи с проблемой создания высококачественных материалов см. также [27–30]).

Среди наиболее интригующих, опасных и еще не вполне изученных явлений

Природы достойное место занимает смерч, торнадо. Важнейшая особенность этого явления – громадная скорость ветра, скорость вращения стенок воронки смерча, достигающая 50–300 м/с и больше; внутренность воронки наполнена относительно слабо движущимся разреженным воздухом, давление в ней понижено на величину порядка 85 мбар [31–33]. В работе [12] построена математическая модель смерча, естественным образом соединяющая основные характерные черты этого явления, приводящая к результатам, количественно согласующимся с данными наблюдений. В частности, моделью демонстрируется непосредственная связь смерча со смерчевым облаком; теоретически найденные значения скорости ветра и понижения давления воздуха в смерче составляют соответственно 150 м/с и 110 мбар. (В связи с проблемой торнадо см. также [34–40].)

Классификация колебаний жидкости, произведенная в [8], получила свое развитие в [13]. В этой работе введены количественные характеристики неоднородности колебаний жидкости: определены коэффициент неоднородности колебаний жидкости в точке и средний коэффициент неоднородности колебаний жидкости по области. Установлено, в частности, что движение включения в однородно и неоднородно колеблющейся жидкости может быть различным на качественном уровне, сколь бы слабой ни была неоднородность колебаний жидкости.

В работах [14, 15] рассмотрены задачи о колебаниях в идеальной жидкости неоднородного твердого тела в присутствии силы тяжести, при наличии или в отсутствие вибрационных воздействий на гидромеханическую систему. Обнаружены эффекты положения равновесия и циклической частоты колебаний твердого тела в жидкости. Найдено, что тело в жидкости может находиться в состоянии движения, аналогичном маятнику Капицы [41, 42], т.е. совершать движение «в перевернутом виде», совершать парадоксальные, «перевернутые» колебания. Установлено, что в присутствии вибрационных воздействий тело в жидкости может выходить из состояния безразличного равновесия, приобретать положения устойчивого равновесия, совершать колебания, период которых отличен от периода воздействий на гидромеханическую систему.

Задачи, касающиеся динамики вязкой жидкости, как правило, характеризуются повышенным уровнем сложности [43–46]. К существенным дополнительным затруднениям в их изучении приводит наличие парадокса Стокса. Данный парадокс состоит в том, что плоская задача о течении не ограниченной

извне покоящейся на бесконечности вязкой жидкости вокруг цилиндрического твердого тела, движущегося в ней с постоянной скоростью под действием внешних сил, при малых значениях числа Рейнольдса (при малой скорости тела, при малом характерном размере тела, при большой вязкости жидкости) не имеет решения [47–50]. В частности, в связи с этим в работе [16] рассмотрена следующая задача. В вязкой неограниченной извне жидкости находится сжимаемое твердое тело (круговой цилиндр). Радиус тела и скорость жидкости на бесконечности периодически с периодом  $T$  изменяются со временем; среднее по времени значение скорости жидкости на бесконечности равно нулю. Тело подвергается внешнему стационарному силовому воздействию. Требуется определить движение тела и жидкости. Реализовано приближение малых значений параметров  $\varepsilon = QT / A_0$  и  $\varkappa = \delta A / A_0$  ( $Q$  – наибольшее значение модуля скорости жидкости на бесконечности;  $\delta A$  – наибольшее значение  $|A - A_0|$ ;  $A$  – радиус тела;  $A_0$  – значение радиуса  $A$  в отсутствие его изменений со временем). Обнаружено, в частности, наличие разрешенных и запрещенных состояний гидромеханической системы (наличие разрешенных и запрещенных пульсаций тела, колебаний жидкости на бесконечности и внешнего силового воздействия), для которых нетривиальное решение задачи о среднем по времени движении тела соответственно существует и не существует (найден критерий существования решения данной задачи). Показано, что в разрешенных состояниях гидромеханической системы, в стационарной составляющей задачи о течении жидкости вокруг тела числом Рейнольдса является величина  $Re = \varepsilon \varkappa A_0^{2/3} (\nu T)$  ( $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости жидкости). Таким образом, для  $\varepsilon \rightarrow 0$ ,  $\varkappa \rightarrow 0$  имеет место стационарное обтекание цилиндрического твердого тела плоским потоком вязкой жидкости при малых значениях числа Рейнольдса  $Re$ . При этом парадокс Стокса отсутствует.

Изучение движения гидромеханических систем, состоящих из вязкой жидкости и двух твердых стенок, в течение длительного времени сохраняет актуальность (см. [51–58]). Характерным для задач, касающихся данного объекта исследований, является то, что стенки испытывают внешние силовые воздействия, покоятся либо совершают заданное движение. В работе [17] поставлена и решена задача, в которой гидромеханическая система также подвер-

гается внешним силовым воздействиям, вследствие чего одна из стенок является закрепленной, покоится. Однако на другую – свободную – стенку действуют лишь внутренние силы; совместное затухающее движение свободной стенки и жидкости подлежит определению. Получена формула для характерного времени торможения свободной стенки. Определено условие, при выполнении которого происходит резкое торможение гидромеханической системы.

### Постановка и решение задачи

Рассмотрим следующую задачу. В идеальной несжимаемой неограниченной извне жидкости находится сжимаемое твердое тело, шар. Центр тела совпадает с точкой  $\xi$ , началом инерциальной прямоугольной системы координат  $x, y, z$ . Жидкость подвергается воздействиям со стороны тела, радиус  $a$  которого заданным образом изменяется со временем  $t$ , и воздействиям, проявляющимся в том, что жидкость на бесконечности движется с заданной, зависящей от времени скоростью  $\mathbf{v}_\infty$ :

$$\mathbf{a} = \hat{a} \left( 1 + \lambda \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right), \quad \mathbf{v}_\infty = \hat{v} \left( \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right) \mathbf{e}. \quad (1)$$

Здесь  $\hat{a} > 0$ ,  $\hat{v}$ ,  $\tau > 0$ ,  $\lambda$  ( $0 < |\lambda| < 1$ ) – параметры;  $\mathbf{e} = \{0, 0, 1\}$ . Оказываемые на жидкость воздействия вызывают ее движение в области  $\omega$ :  $r > a$  ( $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ). Данное движение требуется определить. Постановку задачи составляют уравнение неразрывности и условия на границе тела и на бесконечности:

$$\Delta \varphi = 0 \text{ в } \omega, \quad (2)$$

$$\mathbf{n} \cdot \nabla \varphi = \frac{da}{dt} \text{ при } r = a, \quad (3)$$

$$\nabla \varphi \rightarrow \mathbf{v}_\infty \text{ при } r \rightarrow \infty, \quad (4)$$

где  $\varphi$  – потенциал скорости жидкости;  $\mathbf{n}$  – единичный вектор внешней нормали к сфере  $r = a$ . Задача (2)–(4) имеет решение:

$$\varphi = -\frac{a^2 da / dt}{r} + v_\infty \left( 1 + \frac{a^3}{2r^3} \right) z + c. \quad (5)$$

Здесь  $v_\infty = \mathbf{v}_\infty \cdot \mathbf{e}$ ;  $c$  – функция  $t$ .

Из (1), (5) следует, что (в области  $r > (1 + |\lambda|) \hat{a}$ ) скорость жидкости  $\mathbf{v} = \nabla \varphi$  может быть представлена в виде

$$\mathbf{v} = \bar{\mathbf{v}} + \tilde{\mathbf{v}}, \quad (6)$$

где

$$\bar{\mathbf{v}} = \langle \mathbf{v} \rangle = \frac{1}{\tau} \int_t^{t+\tau} \mathbf{v} dt' = -\frac{3}{16} \lambda (\lambda^2 + 4) \hat{a}^3 \hat{v} r^{-5} \{3xz, 3yz, 2z^2 - x^2 - y^2\}, \quad (7)$$

– средняя скорость жидкости;  $\tilde{\mathbf{v}}$  – колебательная скорость жидкости ( $\langle \tilde{\mathbf{v}} \rangle = 0$ ).

Согласно (1), (3), (4), жидкость подвергается периодическим по времени воздействиям, которые характеризуются, в частности, соотношениями  $da/dt = 0$ ,  $\langle \tilde{\mathbf{v}}_{\infty} \rangle = 0$ . Область  $\omega$ , при всех значениях  $t$ , симметрична относительно точки  $\xi$  и плоскости  $z = 0$ . Воздействия на жидкость, выражаемые формулой (3), симметричны относительно точки  $\xi$ , изменения со временем скорости  $(da/dt)\mathbf{n}$  одинаковы для направлений, совпадающих с направлениями векторов  $\mathbf{n}$  и  $-\mathbf{n}$ ; воздействия на жидкость, выражаемые формулой (4), не зависят от знака  $z$ , изменения со временем скорости  $v_{\infty}$  одинаковы для направлений, совпадающих с направлениями векторов  $\mathbf{e}$  и  $-\mathbf{e}$ . Ввиду изложенного, в отношении воздействий, испытываемых жидкостью, на оси  $z$  имеет место равноправие двух направлений, совпадающих с направлениями векторов  $\mathbf{e}$  и  $-\mathbf{e}$ ; отсутствует преимущественное, выделенное направление. Тем не менее, согласно (6), жидкость, колеблясь, совершает среднее по времени, стационарное движение, которое на оси  $z$  происходит лишь в одном направлении. Из (7) следует, что данным – единственным реализующимся – направлением является: совпадающее с направлением вектора  $\mathbf{e}$ , если  $\lambda\hat{v} < 0$ , совпадающее с направлением вектора  $-\mathbf{e}$ , если  $\lambda\hat{v} > 0$ . Таким образом, имеет место парадоксальное движение жидкости: испытываемая «неоднаправленные», равноправные, симметричные, периодические по времени воздействия, жидкость, на фоне колебаний, производит «однаправленную» реакцию – стационарное движение в одном, преимущественном, выделенном направлении.

### Заключение

Представленные работы, полученные теоретические и экспериментальные результаты свидетельствуют о значимости и перспективности исследований в рассмотренной области, демонстрируют наличие содержательной связи этих исследований с широким спектром проблем фундаментального и прикладного характера.

### Список литературы

1. Сенницкий В.Л. О движении кругового цилиндра в вибрирующей жидкости // Прикладная механика и техническая физика. – 1985. – № 5. – С. 19–23.
2. Сенницкий В.Л. Движение шара в жидкости, вызываемое колебаниями другого шара // Прикладная механика и техническая физика. – 1986. – № 4. – С. 31–36.
3. Луговцов Б.А., Сенницкий В.Л. О движении тела в вибрирующей жидкости // Доклады АН СССР. – 1986. – Т. 289, № 2. – С. 314–317.
4. Сенницкий В.Л. О движении газового пузыря в вязкой вибрирующей жидкости // Прикладная механика и техническая физика. – 1988. – № 6. – С. 107–113.
5. Сенницкий В.Л. О самодвижении тела в жидкости // Прикладная механика и техническая физика. – 1990. – № 2. – С. 111–118.
6. Сенницкий В.Л. Преимущественно однонаправленное движение газового пузыря в вибрирующей жидкости // Доклады АН СССР. – 1991. – Т. 319, № 1. – С. 117–119.
7. Сенницкий В.Л. Преимущественно однонаправленное движение сжимаемого твердого тела в вибрирующей жидкости // Прикладная механика и техническая физика. – 1993. – № 1. – С. 100–101.
8. Sennitskii V. L. On motion of inclusions in uniformly and non-uniformly vibrating liquid // International workshop on G-jitter (USA, Potsdam, Clarkson university, 13-19 June 1993). – Proceedings. – Potsdam, 1993. – P. 178–186.
9. Сенницкий В.Л. О термокапиллярной конвекции жидкости в плавающей области // Прикладная механика и техническая физика. – 1998. – Т. 39, № 3. – С. 69–73.
10. Сенницкий В.Л. О силовом взаимодействии шара и вязкой жидкости в присутствии стенки // Прикладная механика и техническая физика. – 2000. – Т. 41, № 1. – С. 57–62.
11. Сенницкий В.Л. О движении пульсирующего твердого тела в вязкой колеблющейся жидкости // Прикладная механика и техническая физика. – 2001. – Т. 42, № 1. – С. 82–86.
12. Сенницкий В.Л. Модель смерча // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: математика, механика, информатика. – 2001. – Т. 1, в. 1. – С. 103–106.
13. Сенницкий В.Л. О движении включения в однородно и неоднородно колеблющейся жидкости // Прикладная механика и техническая физика. 2007. Т. 48, № 1. – С. 79–85.
14. Сенницкий В.Л. О колебательном движении неоднородного твердого шара в вибрирующей жидкости // Прикладная механика и техническая физика. – 2009. – Т. 50, № 6. – С. 27–35.
15. Сенницкий В.Л. Об эффектах положения равновесия и циклической частоты колебаний твердого тела в жидкости // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2009. – Т. 12, № 4. – С. 120–127.
16. Пятагорская О.С., Сенницкий В.Л. Пример движения цилиндрического твердого тела в вязкой жидкости // Прикладная механика и техническая физика. – 2013. – Т. 54, № 2. – С. 81–87.
17. Сенницкий В.Л. Движение вязкой жидкости и стенки в присутствии покоящейся стенки // Прикладная механика и техническая физика. – 2016. – Т. 57, № 2. – С. 76–82.
18. Bleich H.H. Effect of vibrations on the motion of small gas bubbles in a liquid // Jet propulsion. – 1956. – Vol. 26, № 11. – P. 958–963.
19. Челомей В.Н. Парадоксы в механике, вызываемые вибрациями // Доклады АН СССР. – 1983. – Т. 270, № 1. – С. 62–67.
20. Челомей В.Н. Избранные труды. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.
21. Пухначев В.В. Асимптотика поля скоростей на больших расстояниях от самодвижущегося тела // Прикладная механика и техническая физика. – 1989. – № 2. – С. 52–60.
22. Smirnov S.A., Voropayev S.I. On the asymptotic theory of momentum/zero-momentum wakes // Physics Letters A. – 2003. – Vol. 307, № 2-3. – P. 148–153.
23. Afanasyev Y.D. Wakes behind towed and self-propelled bodies: Asymptotic theory // Physics of fluids. – 2004. – Vol. 16, № 8. – P. 3235–3238.
24. Новиков Б.Г. О влиянии малого суммарного импульса на развитие следа за самодвижущимся телом // Теплофизика и аэромеханика. – 2009. – Т. 16, № 4. – С. 597–623.

25. Вилли К. Биология. – М.: Мир, 1968. – 808 с.
26. Вилли К., Детье В. Биология. – М.: Мир, 1975. – 824 с.
27. Пфанн В. Зонная плавка. – М.: Мир, 1970. – 368 с.
28. Вигдорович В.Н. Совершенствование зонной перекристаллизации. – М.: Металлургия, 1974. – 200 с.
29. Петровский Г.Т., Воронков Г.Л. Оптическая технология в космосе. – Л.: Машиностроение, 1984. – 160 с.
30. Космическое материаловедение. Введение в научные основы космической технологии / под ред. Б. Фойербахера, Г. Хамахера, Р. Наумана. – М.: Мир, 1989. – 478 с.
31. Наливкин Д.В. Ураганы, бури и смерчи. – Л.: Наука, 1969. – 487 с.
32. Будилина Е.Н., Прох Л.З., Снитковский А.И. Смерчи и шквалы умеренных широт. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 36 с.
33. Наливкин Д.В. Смерчи. – М.: Наука, 1984. – 112 с.
34. Никулин В.В. Исследование взаимодействия торнадоподобного вихря с твердыми границами // Прикладная механика и техническая физика. – 1980. – № 1. – С. 68–75.
35. Макаренко В.Г., Тарасов В.Ф. Экспериментальная модель смерча // Прикладная механика и техническая физика. – 1987. – № 5. – С. 115–122.
36. Никулин В.В. Распад вертикального торнадоподобного вихря // Прикладная механика и техническая физика. – 1992. – № 4. – С. 42–47.
37. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Наука, 2006. – 582 с.
38. Вараксин А.Ю., Ромаш М.Э., Копейцев В.Н. К вопросу управления поведением воздушных вихрей // Теплофизика высоких температур. – 2009. – Т. 47, в. 6. – С. 870–876.
39. Вараксин А.Ю., Ромаш М.Э., Копейцев В.Н. Торнадо. – М.: Физматлит, 2011. – 345 с.
40. Вараксин А.Ю. Физическое моделирование воздушных смерчей // Безопасность в техносфере. – 2013. – № 5. – С. 3–10.
41. Капица П.Л. Маятник с вибрирующим подвесом // Успехи физических наук. – 1951. – Т. 44, в. 1. – С. 7–20.
42. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. – М.: Наука, 1965. – 204 с.
43. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. – М.: Гостехтеоретиздат, 1955. – 520 с.
44. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. 1. – М.: Физматгиз, 1963. – 584 с.
45. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. 2. – М.: Физматгиз, 1963. – 728 с.
46. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986. – 733 с.
47. Chang I-Dee, Finn R. On the solution of a class of equations occurring in continuum mechanics with applications to the Stokes paradox // Archive for rational mechanics and analysis. – 1961. – V. 7, № 5. – P. 388–401.
48. Биркгоф Г. Гидродинамика. Методы. Факты. Подobie. – М.: Иностранная литература, 1963. – 246 с.
49. Ван-Дайк М. Методы возмущений в механике жидкости. – М.: Мир, 1967. – 311 с.
50. Хаппель Дж., Бреннер Г. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса. – М.: Мир, 1976. – 631 с.
51. Жмулин Е.М. Движение вязкой жидкости между двумя параллельными движущимися и гармонически колеблющимися пластинами // Ученые записки ЦАГИ. – 1972. – Т. 3, № 2. – С. 51–59.
52. Wang C.-Y. The squeezing of a fluid between two plates // Transactions ASME. Journal of applied mechanics. – 1976. – V. 43, № 4. – P. 579–583.
53. Secomb T.W. Flow in a channel with pulsating walls // Journal of fluid mechanics. – 1978. – V. 88, pt. 2. – P. 273–288.
54. Мануйлович С.В. О восприимчивости плоского течения Пуазейля к вибрации стенок канала // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 1992. – № 4. – С. 12–19.
55. Гурченков А.А. Неустановившееся движение вязкой жидкости между вращающимися параллельными стенками при наличии поперечного потока // Прикладная механика и техническая физика. – 2001. – Т. 42, № 4. – С. 48–51.
56. Аристов С.Н., Князев Д.В. Течения вязкой жидкости между подвижными параллельными плоскостями // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2012. – № 4. – С. 55–61.
57. Петров А.Г. Точное решение уравнений Навье–Стокса в слое жидкости между движущимися параллельными пластинами // Прикладная механика и техническая физика. – 2012. – Т. 53, № 5. – С. 13–18.
58. Петров А.Г. О точных и асимптотических решениях уравнений Навье–Стокса в слое жидкости между сближающимися и удаляющимися пластинами // Известия РАН. Механика жидкости и газа. – 2014. – № 2. – С. 44–57.

УДК 539.193

## РАСЧЁТ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ НЕЗАРЯЖЕННЫХ КОНФОРМЕРОВ МЕТИОНИНА И N-ФОРМИЛМЕТИОНИНА В АНГАРМОНИЧЕСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

<sup>1</sup>Тен Г.Н., <sup>2</sup>Щербакова Н.Е., <sup>3</sup>Баранов В.И.

<sup>1</sup>*Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, e-mail: TenGN@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов;*

<sup>3</sup>*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва*

В приближении гибридного функционала плотности B3LYP/6-311++G(d,p) выполнен расчёт энергий и колебательных спектров наиболее стабильных незаряженных конформеров метионина и N-формилметионина. Учёт механического ангармонизма приводит к существенному улучшению согласия между экспериментальными и вычисленными частотами в области валентных колебаний связей СН, NH и OH: значения вычисленных частот уменьшились на 3.54.5% для валентных колебаний связей СН, NH и на 5,4% для q(OH). Выполненный расчёт позволил уточнить отнесение экспериментально наблюдаемого колебания для метионина с частотой 1442 см<sup>-1</sup>, форма которого отвечает изменению валентного угла CCH. Для N-формилметионина разница энергий для конформеров II и III от I составляет 0,3 и 15,5 кДж/моль, что указывает на равную вероятность одновременного существования конформеров I и II в веществе. Определено влияние фрагмента NCO незаряженного конформера I для N-формилметионина на смещение частот и интенсивности полос поглощения. Показано, что смещение форм деформационных колебаний (OH) и Q(CO) с формами валентных колебаний (CH<sub>2</sub>), (NH) для N-формилметионина приводит к значительному возрастанию (в 10 раз) интенсивности соответствующих полос поглощения по сравнению с Met.

**Ключевые слова:** метионин, N-формилметионин, конформеры, колебательные спектры, газовая фаза, расчёт, интерпретация, ангармоническое приближение

## THE CALCULATION AND INTERPRETATION OF VIBRATIONAL SPECTRA OF THE UNCHARGED CONFORMERS OF METHIONINE AND N-FORMYLMETHIONINE IN THE ANHARMONIC APPROXIMATION

<sup>1</sup>Ten G.N., <sup>2</sup>Scherbakova N.E., <sup>3</sup>Baranov V.I.

<sup>1</sup>*N.G. Chernyshevsky Saratov State University, Saratov, e-mail: TenGN@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe», Saratov;*

<sup>3</sup>*V.I. Vernadsky Institute of geochemistry and analytical chemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

In the approximation of the hybrid density functional B3LYP/6-311++G(d,p) calculated have been energies and vibrational spectra of the most stable uncharged conformers of methionine and N-formylmethionine. Accounting for mechanical anharmonicity leads to a significant improvement in the agreement between the experimental and calculated frequencies in the region of stretching vibrations of CH bonds, NH and HE values: the calculated frequencies have decreased by 3.54.5% for the stretching vibrations of CH and NH bonds, and by 5.4% for q(HE). The calculation clarified the assignment of the experimentally observed oscillations to methionine with the frequency of the 1442 cm<sup>-1</sup>, the form of which corresponds to the change of the valence angle SSN. For N-formylmethionine the difference of the energies for conformers II and III from I is 0.3 and 15.5 kJ/mol, which indicates the probability of the simultaneous existence of conformers I and II in the substance. Established has been the impact of the NCO fragment of the uncharged conformer I to N-formylmethionine on the shift in the frequency and intensity of absorption bands. It is shown that a mixture of forms of deformation vibrations of (OH) and Q(CO) with forms of stretching vibrations of (CH<sub>2</sub>), (NH) for N-formylmethionine leads to a significant increase (10 times) in the intensity of the corresponding absorption bands compared to the Met.

**Keywords:** methionine, N-formylmethionine, conformers, vibrational spectra and gas phase, calculation, interpretation, anharmonic approximation

Несмотря на достаточно существенный (более 70 лет) срок исследования колебательных спектров аминокислот, в настоящее время в литературе наблюдается интенсивное обсуждение детальной интерпретации аминокислот. Это связано не только с развитием и усовершенствованием экспериментальных методов регистрации

ИК, и особенно КР, спектров, но и возросшими возможностями молекулярного моделирования и теоретического расчёта колебательных спектров.

Экспериментальное измерение спектров аминокислот в газовой фазе затруднено тем, что при нагревании молекулы аминокислот могут распадаться на фрагменты,

такие как  $\text{NH}_2$  и  $\text{CO}$ , что требует создания специальных экспериментальных условий для регистрации колебательных спектров [7]. В настоящее время экспериментальные ИК спектры для газовой фазы методом Фурье-спектроскопии измерены для валина, лейцина, изолейцина, пролина, фенилаланина, глицина, аланина, треонина, цистеина и метионина (Met) [7, 8]. Для нестандартных аминокислот, к которым относится N-fMet, такие спектры в литературе отсутствуют.

Ранее колебательный спектр незаряженного конформера Met был вычислен в гармоническом приближении [9, 6]. При этом сравнение вычисленных частот было выполнено только для ИК спектров и для 35 колебаний, причём отнесение проводилось на основе сравнения с экспериментальным спектром кристаллического Met, имеющего в твёрдом состоянии цвиттер-ионную форму, что делает выполненное отнесение некорректным.

Цель данной работы – уточнить интерпретацию колебательных спектров наиболее стабильного незаряженного конформера Met на основе сравнения экспериментального спектра, измеренного для газовой фазы, и результатов квантово-химического расчёта колебательных спектров, выполненных в гармоническом и ангармоническом приближениях, а также провести интерпретацию колебательных спектров нестандартной аминокислоты N-fMet.

Оптимизация геометрии и расчёт колебательных спектров проводился по про-

грамме Gaussian-09 [5] с использованием метода DFT в приближении B3LYP и базисного набора 6-311++g(d,p).

### Результаты исследования и их обсуждение

**Метионин.** Как показали более ранние расчёты, для большинства аминокислот, имеющих множество различных конформеров, наименьшей энергией обладают три конформера, отличающихся углами поворота фрагментов  $\text{COOH}$  относительно аминной группы  $\text{NH}_2$  [3]. Разница энергий  $\Delta E = E_{\text{II,III}} - E_I$  для конформеров Met II и III по сравнению с энергией конформера Met I, обладающего, как показал расчёт, наименьшей энергией среди конформеров I-III, составляет 175,1 и 141,8 кДж/моль соответственно, что показывает целесообразность сравнения экспериментального спектра только с теоретическим спектром конформера I, молекулярная структура которого с обозначением атомов приведена на рис. 1.

Вычисленные геометрические параметры – длины связей и углы – рассматриваемых конформеров Met совпадают с данными, приведенными в работах [9, 6, 1] и поэтому в данной статье они не приводятся.

Результаты расчёта нормальных колебаний, выполненные в гармоническом и ангармоническом приближении, а также экспериментальные значения частот и относительных интенсивностей ИК спектра Met, измеренного для газовой фазы [7], приведены на рис. 2 (а, б) и в таблице.

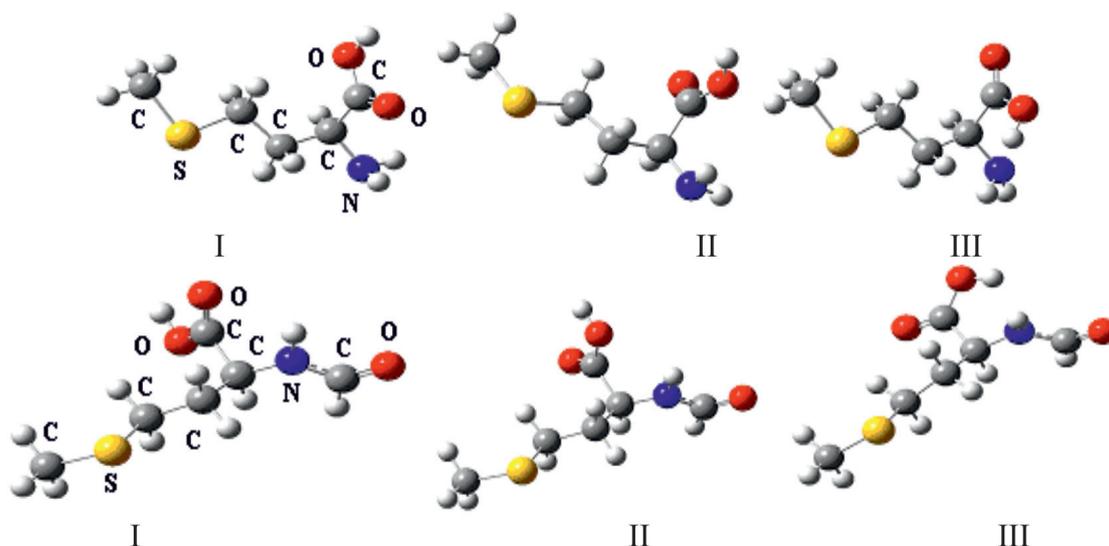


Рис. 1. Молекулярные структуры конформеров Met I, II, III (вверху) и N-fMet I, II, III (внизу)

Экспериментальные ( $\nu_3, \text{см}^{-1}$ ) [7] и вычисленные значения частот в гармоническом ( $\nu_3, \text{см}^{-1}$ ) и ангармоническом приближениях ( $\nu_a, \text{см}^{-1}$ ), а также интенсивностей спектров ИК ( $I_{\text{ИК}}, \text{км/моль}$ ) и КР ( $I_{\text{КР}}, \text{А}^4/\text{а.е.м.}$ ) Met и N-fMet

№	Met					N-fMet					Отнесение	
	$\nu_3^* (I_{\text{отн}})$	$\nu_3$	$\nu_a$	$I_{\text{ИК}}$	$I_{\text{КР}}$	Отнесение	№	$\nu_3$	$\nu_a$	$I_{\text{ИК}}$		$I_{\text{КР}}$
8		231	212	17,8	3,5	$\gamma(\text{CSC}), \gamma(\text{CCO})$	11	240	235	0,3	6,8	$\gamma(\text{CSC})$
9		254	262	12,6	1,9	$\omega(\text{NH}_2)$	12	297	293	1,1	1,2	$\gamma(\text{CCC}), \gamma(\text{CNC})$
10		294	286	25,3	0,6	$\gamma(\text{C}_2\text{C}_2\text{C}_2)$	13	354	351	13,1	0,5	
11		335	326	0,3	2,8	$\gamma(\text{CCS}), \gamma(\text{CCC}), \gamma(\text{NCC}), \gamma(\text{CCO})$	14	383	378	6,7	0,3	$\gamma(\text{CCC}), \gamma(\text{CNC}), \gamma(\text{CCO}), \gamma(\text{CSC})$
12		382	384	12,4	0,8		15	457	448	7,4	0,7	
13		517	511	19,1	0,6		16	610	609	11,7	0,4	$\beta(\text{NH}), \beta(\text{OH})$
14		625	582	113,8	1,6	$\beta(\text{OH})$	17	620	611	145,5	0,6	
15		643	636	9,1	0,6	$\gamma(\text{CCN})$	18	646	630	63,8	2,4	
16		704	690	0,9	15,4	$\text{Q}(\text{SC})$	19	662	652	81,1	2,9	
17		748	730	8,5	6,9	$\text{Q}(\text{SC})$	20	706	692	6,5	19,6	$\text{Q}(\text{SC})$
18		755	742	14,1	3,4	$\beta(\text{CH}_2)$	21	755	736	11,5	6,6	$\text{Q}(\text{SC})$
19		796	776	33,7	6,3	$\text{Q}(\text{CC}), \beta(\text{CH}_2)$	22	764	752	3,2	1,1	$\beta(\text{CH}_2)$
20		818	800	29,5	3,1		23	802	785	17	5,5	$\text{Q}(\text{CC}), \beta(\text{CH}_2)$
21		879	802	128,6	2,8	$\text{Q}(\text{CN})$	24	860	843	0,2	4,3	$\beta(\text{CH}_2)$
22		968	946	5,1	3,5	$\text{Q}(\text{CC}), \beta(\text{CH}_2)$	25	973	961	2,0	2,2	$\beta(\text{CH}_2)$
23		974	953	11,2	3,2		26	975	959	6,5	2,4	
24		1005	984	1,9	6,5	$\beta(\text{CH}_2), \beta(\text{CH}_2)$	27	1017	997	2,6	3,7	$\text{Q}(\text{CC}), \beta(\text{CH}_2)$
25		1024	996	7,7	5,8	$\text{Q}(\text{CC}), \beta(\text{CH}_2)$	28	1032	1016	1,9	1,5	$\beta(\text{CH})$
26		1058	1032	2,4	2,2	$\text{Q}(\text{CC})$	29	1048	1018	1,3	11,8	$\text{Q}(\text{CC})$
27		1110	1079	46,4	3,3	$\text{Q}(\text{CN})$	30	1057	1032	2,5	2,8	$\text{Q}(\text{CC})$
28	1117(0,87)	1136	1104	225,5	1,5	$\text{Q}(\text{CO})$	31	1129	1097	134,6	0,8	$\text{Q}(\text{CN}), \text{Q}(\text{CO})$
29		1149	1117	9,9	2,2	$\beta(\text{CH}_2)$	32	1139	1111	81,8	2,1	$\text{Q}(\text{CO}), \beta(\text{CH}_2)$
30		1227	1206	16,3	3,5	$\beta(\text{CH}_2), \beta(\text{NH}_2)$	33	1181	1148	57,6	3,9	

Окончание таблицы												
Met					N-Met							
№	$v_3^*(I_{om})$	$V_r$	$V_a$	$I_{нк}$	$I_{кр}$	Отнесение	№	$V_r$	$V_a$	$I_{нк}$	$I_{кр}$	Отнесение
31		1280	1254	7,4	3,7	$\beta(CH_2), \beta(OH)$	34	1251	1231	139,2	9,6	$\beta(CH_2), \beta(NH), \beta(OH)$
32		1288	1251	0,7	4,8		35	1274	1249	105,9	5,9	
33		1315	1286	6,9	5,8		36	1285	1242	27,4	4,5	$\beta(CH_2), \beta(OH)$
							37	1307	1271	5,3	2,7	
							38	1333	1299	5,9	4,9	
34		1359	1325	4,8	1,1	$\beta(CH_3)$	39	1360	1331	5,7	2,2	$\beta(CH_3)$
35	1369(0.27)	1368	1334	14,1	6,7	$\beta(CH), \beta(CH_2), \beta(NH), \beta(OH)$	40	1372	1333	14,5	7,3	$Q(CC), \beta(CH_3), \beta(CH_2)$
36		1376	1341	3,4	3,4	$\beta(CH_2)$	41	1386	1349	29,4	1,4	$\beta(CH), \beta(C_2H), \beta(NH), \beta(OH)$
37		1418	1387	5,9	3,5	$\beta(CH)$	42	1425	1416	8,9	9,4	$\beta(CH)$
38		1468	1425	9,4	12,2	$\beta(CH_3)$	43	1468	1436	9,7	12,1	$\beta(CH_3)$
39	1442(0.19)	1482	1438	11,6	0,8	$\beta(CH_3), \beta(CH_2)$	44	1481	1450	10,7	0,9	$\beta(CH_3), \beta(CH_2)$
40		1486	1461	0,9	19,9	$\beta(CH_3), \beta(CH_2)$	45	1486	1460	1,8	21,6	$\beta(CH), \beta(CH_2)$
41		1498	1486	7,1	1,8	$\beta(CH_2)$	46	1496	1467	11,9	0,9	$\beta(CH), \beta(NH)$
							47	1502	1457	23,9	7,5	$\beta(NH), \beta(CH_2)$
42	1630(0.21)	1669	1655	31,2	2,6	$\beta(NH_2)$						
43	1777(1.0)	1807	1776	295,0	3,2	$Q(CO)$	48	1780	1749	685,1	31,8	$Q(CO)$
							49	1819	1785	289,3	9,2	$Q(CO)$
							50	2933	2760	73,7	79,3	$q(CH)$
44	2860(0.1)	3029	2884	15,9	261,9	$q(CH_2)$	51	3029	2885	21,5	195,4	$\theta(CH_2)$
45	2930(0.31)	3032	2929	34,7	75,3	$q(CH_3)$	52	3034	2941	32,6	122,4	$q(CH_3)$
46	2860(0.1)	3038	2894	18,2	27,4	$q(CH_2)$	53	3043	2882	14,1	45,6	$q(CH_2)$
47	2930(0.31)	3067	2924	13,8	77,3	$q(CH_2)$	54	3068	2914	3,2	105,4	$q(CH_2)$
48		3072	2917	2,7	73,3	$q(CH_2), q(CH)$	55	3080	2934	5,6	24,2	$q(CH_2), q(CH)$
49		3095	2941	28,6	13,9	$q(CH_2), q(CH)$	56	3096	2944	24,1	9,8	$q(CH_2), q(CH)$
50		3107	2954	7,8	68,3	$q(CH_3)$	57	3110	2954	8,7	68,5	$q(CH_3)$
51		3128	2981	7,6	101,4	$q(CH_3)$	58	3130	2979	6,3	105,7	$q(CH_3)$
52		3496	3369	2,02	131,1	$q(NH_2)$						
53		3573	3404	5,5	68,6	$q(NH_2)$	59	3579	3423	38,8	63,2	$q(NH)$
54	3572(0.34)	3740	3538	58,8	155,9	$q(OH)$	60	3739	3540	74,5	154,7	$q(OH)$

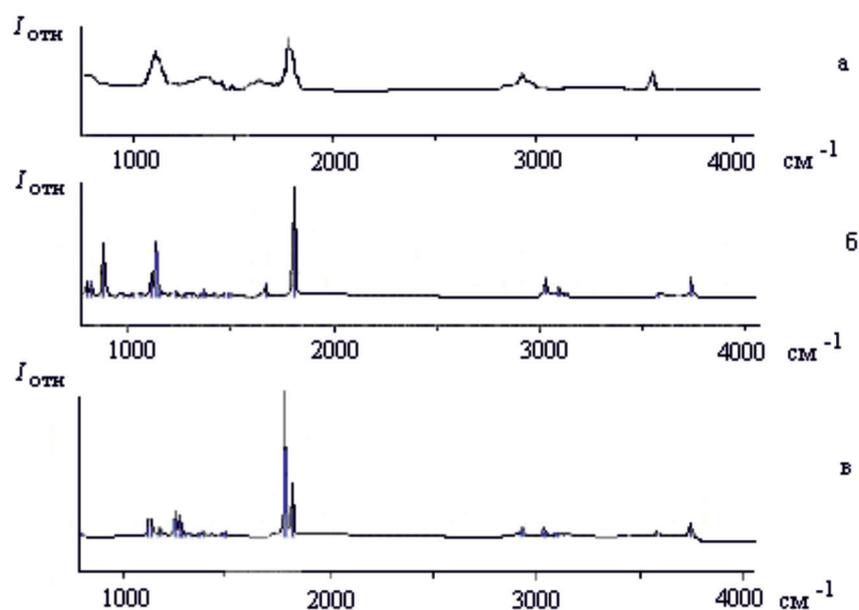


Рис. 2. Экспериментальный [7] ИК спектр Met (а), измеренный в газовой фазе, и вычисленные ИК спектры Met (б) и *N*-fMet (в)

Учёт механического ангармонизма приводит к существенному улучшению согласия между экспериментальными и вычисленными частотами в области валентных колебаний связей CH, NH и OH (область 2880–3540 см<sup>-1</sup>). Значения вычисленных частот уменьшились на 3,5÷4,5% для валентных колебаний связей CH, NH и на 5,4% для  $\nu$ (OH). Учитывая, что экспериментальные значения частот 2860 и 2930 см<sup>-1</sup> отвечают максимумам полос поглощения, являющихся суперпозицией нескольких полос поглощения [7], расчёт нормальных колебаний в ангармоническом приближении позволил уточнить отнесение колебаний в этой области. Так, колебания 44 и 46, значения частот которых расположены в области 2884–2890 см<sup>-1</sup>, отвечают экспериментальной полосе поглощения с максимумом в области 2860 см<sup>-1</sup>, а колебания 45, 47–50 – полосе поглощения с максимумом в области 2930 см<sup>-1</sup>. В области 700–1800 см<sup>-1</sup>, в которой проявляются валентные колебания связей CC, CN, CS, CO и деформационные колебания аминной NH<sub>2</sub>, метильной CH<sub>3</sub>, а также CH<sub>2</sub>, CH и OH групп, значения частот понижаются на 1,5–2,5% по сравнению с частотами, вычисленными в гармоническом приближении. Исключение составляет колебание с частотой 879 см<sup>-1</sup>, форма которого отвечает изменению длины связи CN. Выполненный расчёт позволил уточнить отнесение экспериментально наблюдаемого

колебания с частотой 1442 см<sup>-1</sup>, ранее интерпретированного как колебание 38 [1], к колебанию 39.

В низкочастотной области (ниже 200 см<sup>-1</sup>), где проявляются колебания, характеризующие поворот или вращение одних молекулярных фрагментов Met относительно других как целого, учёт ангармонизма не привёл к какому-либо существенному изменению частот (в таблице частоты данного спектрального интервала не приведены). В области 200–520 см<sup>-1</sup> проявляются деформационные колебания углов CCC, CNC, COC, CSC, среди которых низкочастотными являются колебания углов CSC. Наибольшую интенсивность в ИК спектре Met имеют полосы поглощения, отвечающие валентным колебаниям 21 и 27 связей CN (802 и 1079 см<sup>-1</sup>), валентным колебаниям 28 и 43 связей CO (1104 и 1776 см<sup>-1</sup>) и деформационному колебанию 14  $\beta$ (OH) (582 см<sup>-1</sup>). В спектрах КР в средней спектральной области имеются три линии сильной интенсивности – это колебания с частотами 690, 1438 и 1461 см<sup>-1</sup>, формы которых отвечают соответственно изменению длины связи SC и изменению валентных углов в группах CH<sub>3</sub> и CH<sub>2</sub>. Наиболее интенсивные линии в спектрах КР лежат в области валентных колебаний связей CH, NH и OH.

***N*-формилметионин.** Первоначально, так же как и для Met, были определены

энергетические состояния трёх конформеров N-fMet (рис. 1) В отличие от Met разница энергий составляет  $\Delta E = E_{II} - E_I = 0,3$  и  $E = E_{III} - E_I = 15,5$  кДж/моль. Небольшое отличие вычисленных энергий конформеров II и III от I указывает на равную вероятность одновременного существования этих молекулярных структур в веществе.

В работе [4] была исследована стабильность 12 конформеров N-fMet, образующихся как за счёт относительного вращения групп COOH и NCO, так поворотов молекулярных фрагментов COOH и NCO относительно связей CC и CS. Учитывалось влияние на колебательные спектры всевозможных водородных связей, таких как O...HO, O...HN, O...HC и N...HC. Как и в нашем расчёте, наиболее стабильным оказался конформер I (рис. 1).

Для анализа влияния структуры на колебательные спектры, были предварительно проведены расчёты ИК и КР спектров для всех трёх конформеров N-fMet. Значения частот соответствующих спектров отличались незначительно и главным образом для низкочастотных колебаний, поэтому в таблице приведены колебания только для конформера I.

Ранее теоретические колебательные (ИК) спектры незаряженного N-fMet были представлены в работе [4], где был выполнен анализ лишь высокочастотной спектральной области (2900–3600 см<sup>-1</sup>) и в качестве экспериментальных частот были взяты частоты колебаний Met. Как и в работе [2], расчёт частот был выполнен в гармоническом приближении. В таблице и на рис. 2 (в) приведены результаты расчёта колебательных спектров N-fMet и дана интерпретация нормальных колебаний. Влияние ангармонизма имеет такой же характер, как и в случае Met. В высокочастотной области 2750–3550 см<sup>-1</sup> в отличие от Met вместо двух колебаний  $\nu(\text{NH}_2)$  проявляются колебания с частотами 3423 и 2760 см<sup>-1</sup>, характеризующие валентные колебания  $\nu(\text{NH})$  и  $\nu(\text{CH})$  фрагмента NCO.

Для N-fMet число нормальных колебаний на шесть больше, чем для Met, четыре из которых имеют мало смешанные формы колебаний. Это колебание в области 1749 см<sup>-1</sup>, форма которого отвечает изменению длины связи C=O, и три колебания в низкочастотной области, которые характеризуют смещения молекулярного фрагмента NCO относительно других фрагментов N-fMet.

Два других колебания характеризуют валентные и деформационные колебания связей NH и OH, но их форма является смешанной с формами других колебаний, что влияет и на смещение частот колебаний по сравнению с частотами колебаний Met, и на интенсивность соответствующих полос по-

глощения. Так, смешение форм деформационных колебаний  $\beta(\text{OH})$  с формами валентных колебаний  $\beta(\text{CH}_2)$ ,  $\beta(\text{NH})$  (колебания 34, 35), как и смешение формы колебания  $\nu(\text{CO})$  с формой колебания  $\beta(\text{CH}_2)$  (колебания 32, 33) приводит к значительному возрастанию (в ~ 10 раз) интенсивности соответствующих полос поглощения по сравнению с Met. По той же причине наблюдается значительное увеличение интенсивности полос поглощения, соответствующих колебаниям 18 и 19. В спектрах КР, как и для Met, наиболее интенсивные линии лежат в области валентных колебаний связей CH, NH и OH (колебания 50–60).

### Выводы

Расчёт нормальных колебаний с учётом механического ангармонизма улучшил согласие вычисленных и экспериментальных частот колебательных спектров Met и N-fMet для наиболее стабильных незаряженных конформеров, что позволило уточнить ранее выполненную интерпретацию колебательных спектров. Выполнена полная интерпретация N-fMet и проведён сравнительный анализ с колебательным спектром Met. Определено влияние фрагмента NCO незаряженного конформера N-fMet на смещение частот и интенсивности полос поглощения. Показано, что смешение форм деформационных колебаний  $\beta(\text{OH})$  и  $\nu(\text{CO})$  с формами валентных колебаний  $\beta(\text{CH}_2)$ ,  $\beta(\text{NH})$  для N-fMet приводит к значительному возрастанию (в ~ 10 раз) интенсивности соответствующих полос поглощения по сравнению с Met.

### Список литературы

1. Кадров Д.М., Алексеев И.Г., Тен Г.Н. Расчёт и интерпретация колебательного спектра изолированного метионина // Вопросы прикладной физики. – 2011. – Вып. 18. – С. 48–51.
2. Кадров Д.М., Алексеев И.Г., Тен Г.Н. Расчёт и интерпретация колебательного спектра изолированного N-формилметионина // Вопросы прикладной физики. – 2012. – Вып. 19. – С. 49–53.
3. Тен Г.Н., Кадров Д.М., Березин В.И. Стабильность и структура конформеров глицина, аланина и лейцина в изолированном состоянии и цвиттер-ионной форме // Вопросы прикладной физики. – 2010. – Вып. 17. – С. 42–44.
4. Das G., Mandal S. Ab initio-and density-functional studies of conformational behaviour of N-formylmethionine in gaseous phase // Chemical Papers. – 2014. – V. 68, № 11. – P. 1608–1620.
5. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B. et al. Gaussian 09. – Gaussian Inc., Wallingford CT. 2009. – 394 p.
6. Gunasekaran S., Bright A., Devi TSR., Arunbalaji R., Anand G. Experimental and Semi-empirical computations of the vibrational spectra of Methionine, Homocysteine and Cysteine // Archives of Physics Research. – 2010. – V. 1. – P. 12–26.
7. Linder R., Seefeld K., Vavra A., Kleinermanns K. Gas phase infrared spectra of nanoromatic amino acids // Chem. Phys. Lett. – 2008. – V. 453. – P. 1–6.
8. Linder R., Nispel M., Häber T., Kleinermanns K. Gas-phase. FT-IR-spectra of natural amino acids // Chem. Phys. Lett. – 2005. – V. 409. – P. 260–264.
9. Naganathappa M., Chaudhari A. Spectroscopic characterization of cysteine and methionine using density functional theory method // Astrophysics and Space Science. – 2015. – V. 357. – P. 2.

## КВАЗИБИНАРНЫЕ РАЗРЕЗЫ $As_2S_3$ -TmS И $As_2S_3$ -TmS<sub>3</sub> ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ Tm-As-S

Ильясы Т.М., Садыгов Ф.М., Байрамова У.Р., Гахраманова Г.Г., Мамедова Л.А.

*Бакинский государственный университет, Баку, e-mail: zakir-51@mail.ru*

С целью выяснения характера химического взаимодействия компонентов в тройной системе Tm-As-S методами физико-химического анализа исследованы разрезы  $As_2S_3$ -TmS и  $As_2S_3$ -TmS<sub>3</sub>, которые являются квазибинарными сечениями тройной системы. Установлено образование тройных фаз состава TmAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, TmAs<sub>4</sub>S<sub>7</sub>, Tm<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub> (по разрезу  $As_2S_3$ -TmS) и TmAsS<sub>3</sub> (по разрезу  $As_2S_3$ -TmS<sub>3</sub>). Из них TmAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub> и TmAs<sub>4</sub>S<sub>7</sub> плавится конгруэнтно, а Tm<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub> и TmAsS<sub>3</sub> инконгруэнтно. Индексированием рентгенограмм порошков TmAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, TmAs<sub>4</sub>S<sub>7</sub>, Tm<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub> и TmAsS<sub>3</sub> установлено, что эти соединения изоструктурны и кристаллизуются в ромбической сингонии со структурой Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Растворимость TmS (Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) со стороны  $As_2S_3$  составляет 1,5 и 2 мол% соответственно при 300 К. Сравнивая результаты исследования разрезов  $As_2S_3$ -SmS (Sm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) с аналогичными разрезами  $As_2S_3$ -TmS (Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), можно заключить, что характер взаимодействия в указанных разрезах однотипен. Во всех системах образуются тройные соединения составов LnAs<sub>4</sub>S<sub>7</sub>, LnAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, Ln<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub> и LnAsS<sub>3</sub> (Ln-Sm, Tm) и узкие области растворимости на основе соединения  $As_2S_3$ .

**Ключевые слова:** система, сплав, эвтектика, кристаллизация, растворимость, конгруэнтно, халькогениды

## QUASI-BINARY SECTION $As_2S_3$ -TmS AND $As_2S_3$ -TmS<sub>3</sub> TERNARY SYSTEM Tm-As-S

Ilyasly T.M., Sadygov F.M., Bayramova U.R., Gakhramanova G.G., Mamedova L.A.

*Baku State University, Baku, e-mail: zakir-51@mail.ru*

In order to clarify the nature of the chemical interaction between the components in the ternary system Tm-As-S studied sections  $As_2S_3$ -TmS (Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>). Methods of physical and chemical analysis investigated sections  $As_2S_3$ -TmS and  $As_2S_3$ -TmS<sub>3</sub> ternary system Tm-As-S, which are quasi-binary sections of the ternary system. It has been determined the formation of the ternary phase TmAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, Tm<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub> (the section  $As_2S_3$ -TmS) and TmAsS<sub>3</sub> (the section  $As_2S_3$ -TmS<sub>3</sub>). Of these TmAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub> and TmAs<sub>4</sub>S<sub>7</sub> melts congruently and Tm<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub>, TmAsS<sub>3</sub> and incongruent. Indexing of the X-ray powder TmAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, TmAs<sub>4</sub>S<sub>7</sub>, Tm<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub> and found that these compounds are iso-structural and crystallize in the orthorhombic system with side  $As_2S_3$  type structure Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Solubility TmS (Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) of 1,5 and 2 mol%, respectively, at 300 K. Comparing the results of the study sections  $As_2S_3$ -Sm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (Sm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) with similar cuts  $As_2S_3$ -TmS (Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) we can conclude that the nature of the interaction in these sections of the same type. All systems are produced ternary compound formulations LnAs<sub>4</sub>S<sub>7</sub>, LnAs<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, Ln<sub>3</sub>As<sub>4</sub>S<sub>9</sub> and LnAsS<sub>3</sub> (Ln-Sm, Tm) and narrow the field on the basis of solubility  $As_2S_3$  connection.

**Keywords:** system, alloy, eutectic, crystallization, solubility, congruently, chalcogenides

Халькогениды редкоземельных элементов и элементов подгруппы мышьяка, а также фазы на их основе относятся к перспективным веществам для разработки фоточувствительных и термоэлектрических материалов [1, 4, 5].

Соединение  $As_2S_3$  плавится конгруэнтно, кристаллизуется в структурах с моноклинной решеткой, относится к пр.гр. P2<sub>1</sub>-C<sub>2h</sub><sup>5</sup>, параметры решетки: a = 1,149; b = 0,59; c = 0,25 нм, β = 90°27'. Ширина запрещенной зоны при 300°K составляет ΔE = 2,2; ΔE<sub>оп</sub> = 2,0 эВ [1, 8].

TmS плавится конгруэнтно, относится к кубической сингонии (a = 0,417 нм), типа NaCl с пр.гр. Fm3m [5, 7, 9]. Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> также плавится конгруэнтно, δ-Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> кристаллизуется моноклинной сингонией типа δ-Ni<sub>2</sub>Sc<sub>3</sub> (a = 1,7363, b = 3,960, c = 1,0039 нм, β = 98,78°), γ-Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> кристаллизуется кубической сингонией типа Th<sub>3</sub>P<sub>4</sub> (a = 0,8225 нм), θ-Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> кристаллизуется также кубической сингонией типа Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (a = 1,051 нм) [5, 9].

### Цель исследования

Целью настоящей работы является выяснение характера химического взаимодействия компонентов в тройной системе Tm-As-S.

### Материалы и методы исследования

Исходные образцы системы синтезировали из элементов высокой степени чистоты: As-B5, Tm-Тюм-1, сера марки ОСЧ-16-3. Режим синтеза подбирали исходя из физико-химических свойств элементарных компонентов, бинарных соединений (TmS, Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> и  $As_2S_3$ ) и из записи синтеза полученных методами DTA сплавов систем. Сплавы синтезировали непосредственным сплавлением компонентов в вакуированных до 10<sup>3</sup> тор кварцевых ампулах синтез проводили ступенчато при 720, 950, 1250 К с последующим медленным охлаждением при выключенной печи. Образцы с содержанием 65 мол% TmS (Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) и выше, получены в виде спека. Их повторно измельчали и прессованием превращали в таблетки. Полученные сплавы, богатые  $As_2S_3$  имеют вишнево-красный цвет, а с увеличением концентрации TmS и Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> цвет их постепенно темнеет. Для достижения гомогенности, сплавы после синтеза дополнительно отжигали при температурах на 50–100 градусов ниже солидуса в течение 500 ч. Полученные образцы ис-

следовали комплекс методами физико-химического анализа. Запись кривых нагревания и охлаждения сплавов до 1350 К осуществляли на НТР-73 и «Термоскан-2» NETZSCH 404 F1 с использованием Pt-Pt/Rh и хромель-алюмелевые, а выше 1350 К на установке в ВДТА-8м, в инертной атмосфере гелия с использованием W-W/Re-термопар. РФА проводили на рентгенодифрактометре модели D-2 PHSER с использованием CuK $\alpha$ -излучения и Ni-фильтра. МСА сплавов системы осуществлен с помощью металлографического микроскопа МИМ-7и и МИН-8 на шлифах предварительно полированным пастой ГОИ протравленных образцов. При исследовании микроструктуры сплавов использовали травитель состава (конц. HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 1:1), время травления 20 с. Микротвердость сплавов системы измеряли на микротвердометре ПМТ-3 при нагрузках 0,10 и 0,20 н. в зависимости

от состава. При измерении микротвердости погрешность составляла 2,2–4,3%, плотность сплавов системы определяли пикнометрическим методом, в качестве рабочей жидкости использовали толуол.

### Результаты исследования и их обсуждение

На основании результатов, полученных комплекс методами физико-химического анализа (ДТА, РФА, МСА измерением микротвердости) были построены диаграммы состояния разреза As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TmS, табл. 1 (рис. 1), и As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, табл. 2 (рис. 2). Разрезы As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TmS и As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub> являются квазибинарными сечениями тройной системы Tm-As-S.

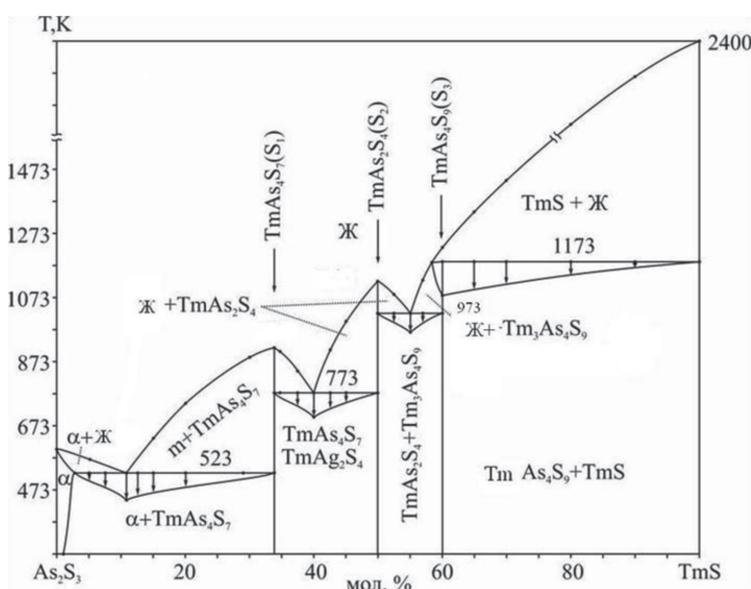


Рис. 1. Диаграмма состояния системы As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TmS

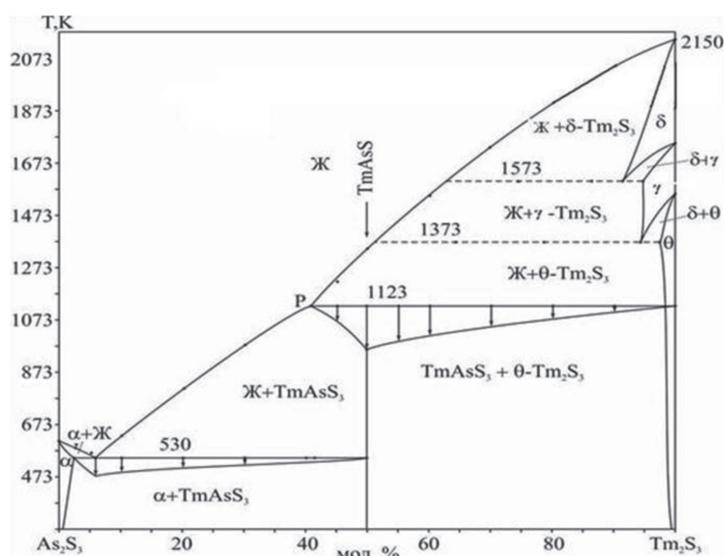


Рис. 2. Диаграмма состояния системы As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

Таблица 1

Результаты ДТА, измерения микротвердости и плотности сплавов системы  $As_2S_3$ -TmS<sub>3</sub>

Состав, мол. %		Термические эффекты нагрева, К	Микротвердость, мПа			Плотность, г/см <sup>3</sup>
$As_2S_3$	Tm <sub>2</sub> S <sub>3</sub>		$As_2S_3$	TmAs <sub>3</sub>	Tm <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	
100	0	583	750	–	–	3,48
99	1	530, 575	755	–	–	3,55
98	2	530, 565	762	–	–	3,70
97	3	530, 545	775	–	–	3,85
95	5	530, 538	не изм.	–	–	4,15
90	10	530	–	эв	тек	4,35
80	20	530, 750	–	–	–	4,75
70	30	530, 915	–	–	–	4,80
61	40	530, 1123	–	не изм.	–	4,91
55	45	530, 1123, 1210	–	1865	–	4,98
50	50	1123, 1310	–	1865	–	5,06
45	55	1123, 1373, 1400	–	1865	–	5,36
40	60	1123, 1373, 1573,	–	не изм.	–	5,75
30	70	1123, 1373, 1575, 1600	–	–	не изм.	5,95
20	80	1123, 1373, 1573, 1885	–	–	3050	6,20
10	90	1123, 1373, 1573, 1985	–	–	3050	6,18
0	100	2160	–	–	3050	6,30

Таблица 2

Результаты ДТА, измерения микротвердости и плотности сплавов системы  $As_2S_3$ -Tm<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

Состав, мол. %		Термические эффекты нагрева, К	Микротвердость, мПа					Плотность, г/см <sup>3</sup>
$As_2S_3$	TmS		$As_2S_3$	TmAs <sub>4</sub> S <sub>7</sub>	TmAs <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	Tm <sub>3</sub> As <sub>4</sub> S <sub>9</sub>	TmS	
100	0	583	750	–	–	–	–	3,48
98	2	523, 565	755	–	–	–	–	3,53
97	3	523, 550	775	–	–	–	–	3,58
96	4	523, 545	780	–	–	–	–	3,62
95	5	523	не изм.	–	–	–	–	3,69
90	10	523	не изм..	эв	тек	тика	–	3,75
85	15	523, 530	–	–	–	–	–	3,91
80	20	523, 715	–	–	–	–	–	4,05
75	25	523, 720	–	не изм.	–	–	–	4,09
70	30	523, 865	–	1925	–	–	–	4,11
66,7	33,3	873	–	1925	–	–	–	4,17
60	40	773	–	эв	тек	–	–	4,35
55	45	773, 915	–	–	не изм.	–	–	4,39
50	50	1123	–	–	2210	–	–	4,41
45	55	973, 1050	–	–	2210	не изм.	–	4,55
40	60	1173, 1210	–	–	не изм.	2023	–	4,62
35	65	1173, 1250	–	–	не изм.	2023	–	4,85
30	70	1173, 1615	–	–	–	–	не изм.	5,05
20	80	1173, 1773	–	–	–	–	2815	5,35
10	90	1173, 1950	–	–	–	–	2815	6,15
0	100	2400	–	–	–	–	2815	6,25

В системе  $As_2S_3$ -TmS обнаружены три соединения:  $TmAs_4S_7(S_1)$ ,  $TmAs_2S_4(S_2)$ ,  $Tm_3As_4S_9(S_3)$  – соединения  $TmAs_4S_7$  и  $TmAs_2S_4$  плавятся конгруэнтно при 873 и 1123 К соответственно, соединение  $Tm_3As_4S_9$  образуется по следующим перитектическим реакциям.



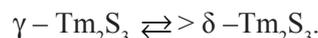
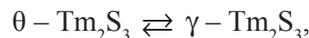
В системе  $As_2S_3$ - $Tm_2S_3$  обнаружено одно инконгруэнтно-плавящееся соединение состава  $TmAsS_3$ , которое образуется по перитектической реакции.



Соединение  $TmAs_4S_7$  образует эвтектики: 40 и 55 мол%  $TmS$ , 774; 973 К,  $Tm_3As_4S_9$  и соответственно, а  $TmAs_2S_4$  образует эвтектики с  $\alpha$  ( $As_2S_3$ ) и  $TmAs_2S_4$ . Координаты эвтектики: 12 и 40 мол%  $TmS$  и 523 и 773 К

соответственно. Состав эвтектики в системе  $As_2S_3$ - $Tm_2S_3$  соответствует 12 мол%  $\theta - Tm_2S_3$  при температуре 530 К.

Изотермические линии в системе  $As_2S_3$ - $Tm_2S_3$  при 1373 и 1573 К соответствуют фазовому переходу



Растворимость на основе  $As_2S_3$  в системах достигает 1,5, 2,0 мол%  $TmS$  ( $Tm_2S_3$ ) при 300 К.

Индексированием рентгенограмм порошков  $TmAs_4S_7$ ,  $TmAs_2S_4$ ,  $Tm_3As_4S_9$  и  $TmAsS_3$  установлено, что эти соединения изоструктурны и кристаллизуются в ромбической сингонии со структурой типа  $Sb_2S_3$  (табл. 3).

**Таблица 3**

Кристаллографические и физико-химические свойства тройных халькогенидов тулия

Соединения.	Пр.гр.	Сингон.	Структурный тип	Параметры решетки, нм				Плотность, г/см <sup>3</sup>		Микротвердость, МПа
				a	b	c	z	P <sub>рент.</sub>	P <sub>лик.</sub>	
$TmAs_4S_7$	Pbnm	ромбич	$Sb_2S_3$	1,189	1,449	0,403	4	4,19	4,17	1925
$TmAs_2S_4$	–	–	–	1,155	1,350	0,356	4	4,43	4,41	2215
$Tm_3As_4S_9$	–	–	–	1,681	2,438	0,402	4	4,65	4,62	2025
$TmAsS_3$	–	–	–	1,115	1,194	0,403	4	5,09	5,06	1865

**Таблица 4**

Оптимальный режим роста монокристаллов серо арсенидов тулия

Состав соединений	Температура, заданная, К		Концентрация йода, мг/см <sup>3</sup>	Время, час	Размер монокристаллов, мм <sup>3</sup>
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>			
$TmAsS_3$	950	880	4,0	75	1,9x1,2x1
$TmAs_4S_7$	925	845	4,0	72	1,8x1,2x1
$TmAs_2S_4$	1070	980	4,5	48	2x2x1
$Tm_3As_4S_9$	1260	1200	5,0	65	2x1,5x1

**Таблица 5**

Результаты химических анализов

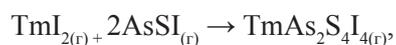
Состав соединений	Tm		As		S		Соотношение Tm:As:S
	рассчит.	найден.	рассчит.	найден.	рассчит.	найден.	
$TmAsS_3$	46,76	46,71	22,59	22,56	30,65	30,63	1:1:3
$TmAs_4S_7$	24,71	24,68	43,21	43,19	31,01	30,05	1:4:7
$TmAs_2S_4$	38,68	38,62	34,31	34,29	27,02	27,08	1:2:4
$Tm_3As_4S_9$	45,64	45,62	27,38	27,37	26,98	26,96	3:4:9

Сравнивая результаты исследования разрезов  $As_2S_3-Sm_9(Sm_2S_3)$  с аналогичными разрезами  $As_2S_3-TmS(Tm_2S_3)$  [2, 3, 6], можно заключить, что характер взаимодействия в указанных разрезах однотипен. Во всех системах образуются тройные соединения составов  $LnAs_4S_7$ ,  $LnAs_2S_4$ ,  $Ln_3As_4S_9$  и  $LnAsS_3$  ( $Ln-Sm, Tm$ ) и узкие области растворимости на основе соединения  $As_2S_3$ . Выращены монокристаллы сульфидов полученных тройных соединений  $TmAsS_3$ ,  $TmAs_4S_7$ ,  $TmAs_2S_4$  и  $Tm_3As_4S_9$ .

Известны различные методы выращивания монокристаллов, как соединений, так и твердых растворов. В настоящей работе применяли метод ХТР. И получены игольчатые кристаллы из поликристаллических образцов. Транспортирующим реагентом служил йод.

Оптимальный режим выращивания монокристаллов серо арсенидов тулия приведен в табл. 4.

Монокристалличность их проверяли снятием лауэграмм, состав установили химическим анализом. Предполагается, что механизм образования монокристаллов типа  $TmAs_2S_4$  методом ХТР происходит по уравнениям



**Таблица 6**  
Электрофизические данные соединений

Соединение	$\sigma, 10^2$ ( $Om^{-1} \cdot m^{-1}$ )	$\Delta E, эВ$	Тип проводимости
$TmAsS_3$	$2 \cdot 10^{-4}$	1,03	n
$TmAs_4S_7$	$5 \cdot 10^{-4}$	0,15	n
$TmAs_2S_4$	$4 \cdot 10^{-2}$	1,35	n
$Tm_3As_4S_9$	$8 \cdot 10^{-3}$	0,75	n

На основании рентгенографического исследования установлены структурные типы, вычислены параметры элементарной

ячейки соединений. Результаты исследования электрофизических свойств при 300 К серо арсенидов тулия приведены в табл. 6.

### Выводы

1. Установлено, что образование тройных фаз состава  $TmAs_2S_4$ ,  $TmAs_4S_7$ ,  $Tm_3As_4S_9$  (по разрезу  $As_2S_3-TmS$ ) и  $TmAsS_3$  (по разрезу  $As_2S_3-Tm_2S_3$ ). Из них  $TmAs_2S_4$  и  $TmAs_4S_7$  плавится конгруэнтно, а  $Tm_3As_4S_9$  и  $TmAsS_3$  инконгруэнтно.

2. Выявлено, что эти соединения изоструктурны и кристаллизуются в ромбической сингонии со структурой  $Sb_2S_3$ .

3. Установлено, что взаимодействия в указанных разрезах однотипны. Во всех системах образуются тройные соединения составов  $LnAs_4S_7$ ,  $LnAs_2S_4$ ,  $Ln_3As_4S_9$  и  $LnAsS_3$  ( $Ln-Sm, Tm$ ) и узкие области растворимости на основе соединения  $As_2S_3$ .

### Список литературы

- Абрикосов Н.Х., Боткина В.Ф., Порецкая А.В. Полупроводниковые соединения, их получение и свойства. – М.: Наука, 1967. – 220 с.
- Ганбарова Г.Т., Садыгов Ф.М., Ильясы Т.М., Алиев И.И., и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12. – С. 311–313.
- Садыгов Ф.М., Ильясы Т.М., Насибова Л.Э., Алиев И.И. // Журн. неорган. химии. – 2013. – Т. 58, № 9. – С. 1253–1257.
- Шевельков А.В. Химические аспекты создания термоэлектрических материалов // Успехи химии. – 2008. – Т. 77, № 1. – С. 3–21.
- Яренбаш Е.И., Елисеев А.А. Халькогениды редкоземельных металлов. – М.: Наука, 1975. – 260 с.
- Ashok U. Ubale. Synthesis of Nanostructured  $As_2S_3$  Thin Films by Chemical Route: Effect of Complexing Agent / Ubale U. Ashok, Monali V., Ibrahim S.G. // International Conference on Benchmarks in Engineering Science and Technology ICBEST. Proceedings published by International Journal of Computer Applications (IJCA) Vidarbha Institute of Science and Humanities. India. 2012. – P. 15.
- Eggleton B.J., Davies B.L., Richardson K. Chalcogenide photonics // Nature photonics. – 2011. – V. 5. – P. 141–148.
- Rubich V.M., Korusenok O.V. Shtets P.P. et al. Crystallization study of  $(As_2S_3)_{100-x}(SbSi)_x$  amorphous films by optical method // Semiconductor physics. – 2012. – V. 15, № 3. – P. 294–297.
- Them / L.B. Gulina, V.P. Tolstoy // Proceedings of the international conference nanomaterials: Applications and properties. Sumy State University. – 2012. – Vol. 1, № 3. – P. 6–9.

УДК 615:616.12-008.331.1

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫХ СИМПАТОЛИТИКОВ В ФАРМАКОТЕРАПИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

<sup>1</sup>Альмухамбетова Р.К., <sup>1</sup>Жангелова М.Б., <sup>1</sup>Тынышбекова Г.Т., <sup>1</sup>Жангелова Ш.Б.,  
<sup>2</sup>Арубаева Г.Б., <sup>2</sup>Байбориева Д.Е., <sup>2</sup>Кикымова А.А., <sup>2</sup>Тойбекова А.С., <sup>2</sup>Орсадиева Н.Ж.

<sup>1</sup>Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Алматы;

<sup>2</sup>Городской кардиологический центр, Алматы, e-mail: Ralmukhambetova@mail.ru

Согласно рекомендациям Европейского общества по артериальной гипертензии и Европейского общества кардиологов антигипертензивные препараты центрального действия являются препаратами второго ряда для лечения артериальной гипертензии, также являются эффективными и чаще всего используются в различных комбинациях. Место антигипертензивного действия моксонидина – центральная нервная система. Он стимулирует имидазолиновые рецепторы в стволовых структурах мозга, тем самым уменьшает симпатическую активность и снижает АД. Применение моксонидина в комплексной терапии у пациентов с метаболическим синдромом на фоне артериальной гипертензии оказывает достаточно выраженный антигипертензивный эффект с достижением целевых значений, при этом показывает высокий уровень безопасности.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, нервная система, стволовые структуры мозга

## EFFICIENCY OF CENTRAL HIGH-SELECTIVE SYMPATHOLITHICS IN PHARMACOTHERAPY OF ARTERIAL HYPERTENSION

<sup>1</sup>Almukhambetova R.K., <sup>1</sup>Zhangelova M.B., <sup>1</sup>Tynyshbekova G.T., <sup>1</sup>Zhangelova Sh.B.,  
<sup>2</sup>Arubaeva G.B., <sup>2</sup>Bayborieva D.E., <sup>2</sup>Kikymova A.A., <sup>2</sup>Toybekova A.S., <sup>2</sup>Orsalieva N.Zh.

<sup>1</sup>Kazakh National Medical University S.D. Asfendiyarov, Almaty;

<sup>2</sup>City Cardiology Center, Almaty, e-mail: Ralmukhambetova@mail.ru

According to the recommendations of the European Society for Hypertension and the European Society of Cardiology, antihypertensive drugs of central action are second-line drugs for the treatment of hypertension, are also effective and are most often used in various combinations. The site of antihypertensive action of moxonidine is the central nervous system. It stimulates imidazoline receptors in the brain stem structures, thereby reducing sympathetic activity and lowering blood pressure. The use of moxonidine in complex therapy in patients with metabolic syndrome against hypertension has a sufficiently pronounced antihypertensive effect with the achievement of target values, while showing a high level of safety.

**Keywords:** arterial hypertension, nervous system, brain stem structures

Установлено, что артериальная гипертензия (АГ) и ее факторы риска являются факторами риска всех хронических неинфекционных заболеваний. АГ одновременно может быть и отдельной нозологической единицей и фактором риска. Влияние АГ на сердечно-сосудистую (СС) заболеваемость и смертность выше, чем любого другого фактора риска, включая традиционные, такие как ожирение и дислипидемия. Причем вклад профилактики и коррекции факторов риска в снижение СС смертности выше (от 45 до 75%), чем различных методов лечения, включая высокотехнологичные (от 25 до 55%). Параллельно также, что из всех существующих заболеваний СС системы АГ является наиболее обеспеченным с медицинской точки зрения, в то же время наиболее сложным с точки зрения выбора конкретного препарата для конкретного пациента.

В настоящее время имеется достаточное количество препаратов, применяющих-

ся для лечения пациентов с АГ. Влияние разных препаратов на уровень АД почти одинаково и все классы антигипертензивных препаратов имеют свои преимущества и противопоказания. Установлено также, что 72,1% пациентов с АГ не достигают целевого уровня АД через 3 месяца применения комбинированной антигипертензивной терапии двумя препаратами основных групп.

Общеизвестно, что одним из основных механизмов развития АГ и сердечно-сосудистых осложнений, а также поддержания высокого уровня АД является повышенная активность симпатической нервной системы. Согласно рекомендациям по диагностике и лечению АГ 2013, Европейского общества по АГ (ESH) и Европейского общества кардиологов (ESC) антигипертензивные препараты центрального действия являются также эффективными и чаще всего используются в различных комбинациях с другими препаратами. Вместе с тем в последнее

время взгляды на выбор оптимального препарата в клинической практике претерпевают некоторые изменения и деление на препараты первого и второго ряда весьма условное [1–4].

Моксонидин (физиотенз) уменьшает активность симпатической нервной системы, действуя на центральную нервную систему, в частности на стволовые структуры мозга. Снижает АД в комбинированной терапии, причем возможно сочетание со всеми антигипертензивными препаратами. Моксонидин (физиотенз) – представитель третьего поколения центральных симпатолитиков, в отличие от первых поколений высоко-селективен в отношении имидазолиновых рецепторов, оказывает вазо- и кардиопротективное, а также нефропротективное влияние. Кроме того, уменьшая инсулинорезистентность, массу тела и улучшая липидные параметры, благоприятно действует при метаболическом синдроме [5–7].

**Целью нашего исследования** явилось изучение эффективности и безопасности препарата центрального действия моксонидина (физиотенз фармацевтической фирмы Abbott) в комбинированной терапии АГ у больных с метаболическим синдромом.

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

Под нашим наблюдением находились 44 больных в возрасте от 66 до 73 лет (средний возраст –  $69,3 \pm 0,9$ ), из них мужчин – 20; женщин – 24. Больные поступали в экстренном порядке в городской кардиологический центр с диагнозом острый коронарный синдром. Всем больным рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) по общепринятой формуле, также определяли окружность талии, поскольку показатель окружности талии используется в последнее время для диагностики абдоминального ожирения (больше 102 см для мужчин и 88 см для женщин). Помимо общеклинических анализов исследовали уровень глюкозы натощак, липидограмму. 20 больных АГ (контрольная группа) получали комбинированную антигипертензивную терапию: иАПФ, БАБ и диуретики. 24 пациентам помимо этих препаратов был назначен моксонидин по 0,4 мг в сутки. Курс лечения, начатый в стационаре, был продолжен амбулаторно в течение 4 недель.

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

Общеизвестно, что один из основных механизмов развития АГ и СС осложнений, а также поддержания высокого уровня АД является повышенная активность симпатической нервной системы. Гемодинамическими маркерами повышенной симпатической активности у пациентов с АГ являются: повышение АД, высокая частота сердечных сокращений в покое, пульсовое АД более 50 мм рт.ст., а также вариабельность АД и пульса. В связи с этим нами из-

учались показатели систолического (САД), диастолического (ДАД) и пульсового (ПАД) давления, число сердечных сокращений (ЧСС). Многие факторы риска способствуют гиперактивности симпатической нервной системы и, соответственно, повышению АД, в частности сахарный диабет 2 типа, инсулинорезистентность. Введенное в последние годы понятие «метаболического синдрома» является весьма актуальным, так как позволяет сконцентрировать внимание на основных факторах риска осложнений у таких пациентов. Метаболический синдром – комплекс метаболических, гормональных и клинических нарушений, являющихся факторами риска развития СС заболеваний. Основные симптомы и проявления метаболического синдрома: абдоминально-висцеральное ожирение; инсулинорезистентность и гиперинсулинемия; дислипидемия; артериальная гипертензия; нарушение толерантности к глюкозе/сахарный диабет 2 типа.

Как известно, увеличение массы тела сопровождается закономерным повышением АД. С другой стороны, хорошо известно, что наличие АГ способствует повышению массы тела. Оба эти процесса (АГ и увеличение массы тела) взаимосвязаны, при этом важная роль в этом взаимодействии отводится инсулинорезистентности тканей и компенсаторной гиперинсулинемии, обуславливающей прежде всего повышение тонуса симпатической нервной системы. Гиперинсулинемия, в свою очередь, способствует формированию гипертрофии миокарда левого желудочка – независимого фактора риска неблагоприятных исходов заболеваний сердечно-сосудистой системы. Гиперинсулинемия также способствует формированию так называемой «липидной триады» – повышению триглицеридов и общего холестерина и снижению липопротеидов высокой плотности, одного из факторов риска возникновения ИБС.

АГ первой степени выявлена у 2 (4,6%) пациентов; второй степени – у 39 (88,6%) и третьей степени – у 3 (6,8%), все больные получали комбинированную антигипертензивную терапию, однако при поступлении было обнаружено, что они не достигли целевого уровня АД. ИМТ был повышен у всех пациентов: от 25 до 29 – у 15 (34,1% – 7 из контрольной группы и 8 пациентов из опытной), от 30 до 34,9 был у 22 (50% – 10 и 12 соответственно) больных, от 35–40 у 17 (38,6% – 9 и 7 по группам). У всех больных установлен сахарный диабет 2 типа. Дислипидемия была обнаружена у 32 (72,7%). Согласно нашим исследованиям, частота метаболического синдрома составила 68,2%

(у 30 пациентов; у 14 – среди пациентов контрольной группы и у 16 среди пациентов, получавших моксонидин), причем в 26,7% при индексе массы тела от 25–29, т.е. при отсутствии явного ожирения. До лечения уровни САД, ДАД и ПАД, а также ЧСС по группам практически не отличались. В процессе терапии отмечается снижение, причем более выраженное в группе пациентов, принимавших моксонидин. В процессе комплексной терапии с моксонидином происходит достоверное снижение АД как систолического ( $152,6 \pm 1,8$  против исходного  $178,5 \pm 2,3$  мм рт. ст.), так и диастолического ( $80,8 \pm 1,5$  против исходного  $95,2 \pm 1,6$ ). Пульсовое АД также уменьшилось до  $68,9 \pm 1,1$  против  $78,5 \pm 1,6$  первоначального. Во второй (контрольной) группе отмечается положительная динамика: САД уменьшилось до  $169,2 \pm 1,6$  против  $178,2 \pm 1,4$ ; ДАД до  $83,7 \pm 0,9$  против  $95,1 \pm 1,1$  и ПАД до  $80,4 \pm 1,5$  против  $83,6 \pm 0,9$ . При резистентной АГ комбинированная терапия с моксонидином выявила более выраженный гипотензивный эффект: из 9 пациентов у 7 наблюдалось существенное снижение АД, причем у 4 – достижение целевого уровня АД.

Через 8 недель терапии в комбинации с моксонидином нормализация АД была отмечена у 60 (66,7%) больных, тогда как в группе пациентов, находившихся только на стандартной терапии антигипертензивными препаратами – только у 13 (46,4%).

У четырех (4,4%) пациентов на дозе 0,4 мг возникла сухость во рту, в связи с чем была снижена доза моксонидина до 0,2 мг.

При сравнительном изучении результатов лечения целевого уровня АД в контрольной группе достигли 60%, тогда как в группе, принимавшей комбинированную терапию с моксонидином – 79,2%.

Влияние моксонидина на симпатическую нервную систему, метаболизм и органы-мишени у пациентов с артериальной гипертензией проявляется органопротекцией,

а при метаболическом синдроме уменьшением инсулинорезистентности, уменьшением массы тела, улучшением липидных показателей.

К концу курсового лечения моксонидином ИМТ в пределах от 25 до 29 – был у 21 (47,7% – 9 и 12 по группам), от 30 до 34,9 у 12 (27,3% – 8 и 4) больных, от 35–40 у 11 (25% – 7 и 4).

Таким образом, центральный симпатолитик последнего поколения – моксонидин показал эффективность и безопасность в комбинированной терапии АГ у больных с метаболическим синдромом.

#### Список литературы

1. Алгоритмы ведения пациента с артериальной гипертензией. Общероссийская общественная организация «Содействия профилактике и лечению артериальной гипертензии «Антигипертензивная Лига». – Санкт-Петербург, 2015. Издание первое – с.52-53
2. Рекомендации ESH/ESC 2013 г. по лечению артериальной гипертензии (перевод на русский язык с англ. Российского медицинского общества по артериальной гипертензии. 2013 г // *Journal of Hypertension* 2013; 31(7):1281-1357.
3. Дудинская Е.Н., Ткачева О.Н. Дополнительные преимущества антигипертензивной терапии моксонидином у женщин с артериальной гипертензией в период постменопаузы // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2014. – 13(1):8–15.
4. Eleni F. Karlafti, Apostolos I. Hatzitolios, Anastasios F. Karlaftis, Maria S. Baltatzi, Georgios G. Koliakos, Christos G. Savopoulos. Effects of moxonidine on sympathetic nervous system activity: An update on metabolism, cardio, and other target-organ protection // *J. Pharm. Bioallied Sci.* – 2013 Oct-Dec. – 5(4). – 253–256.
5. Sagarad S.V., Biradar-Kerure S., Mr R., Kumar S.C., Reddy S.S. A Prospective Real World Experience of Moxonidine Use in Indian Hypertensive Patients – Prescription beyond Current Guidelines // *J. Clin. Diagn. Res.* – 2013 Oct. – 7(10). – 2213–5.
6. Deftereos S., Giannopoulos G., Kossyvakis C., Efremidis M., Panagopoulou V., Raisakis K., Kaoukis A., Karageorgiou S., Bouras G., Katsivas A., Pyrgakis V., Stefanadis C. Effectiveness of moxonidine to reduce atrial fibrillation burden in hypertensive patients // *Am. J. Cardiol.* – 2013, Sep 1. – 112(5). – 684–7.
7. Chazova I., Schlaich M.P. Improved Hypertension Control with the Imidazoline Agonist Moxonidine in a Multinational Metabolic Syndrome Population: Principal Results of the MERSY Study // *Int. J. Hypertens.* – 2013. – 2013. – 541689.

УДК 616-018-074-008.9

**НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ДИАГНОСТИКЕ  
НАСЛЕДСТВЕННЫХ КОЛЛАГЕНОПАТИЙ****<sup>1</sup>Аскерова Т.А., <sup>1</sup>Ягубова В.И., <sup>1</sup>Велиева Г.А., <sup>2</sup>Гасанова Г.Т.**<sup>1</sup>*Азербайджанский медицинский университет, Баку, e-mail: tahira.askarova@mail.ru;*<sup>2</sup>*Республиканская больница, Баку*

Исследовали биохимические показатели сывороточного оксипролина (ОП) и глюкозамингликанов (ГАГ) в крови и моче среди больных с наследственными коллагенопатиями. Для оценки этих показателей исследовали кровь и мочу 172 больных с диагнозом наследственные коллагенопатии. ОП исследовали спектрофотометрическим методом на аппарате Mini-Screen при длине волны 558 нм. Различные формы ГАГ в моче изучали электрофорезом на ацетат-целлюзных пленках. Количество ГАГ в крови исследовали иммуноферментным методом с помощью теста фирмы BlueGene Biotech (China). В результате исследований выявлено, что у 53,5% больных уровень ГАГ был 2 раза выше нормы. У 18,6% обследованных этот показатель был ниже по сравнению с контрольной группой. Примерно у половины (49,3%) больных экскреция ОП в суточной моче была значительной и превышала должную величину более чем в 2 раза. Значительные изменения установлены, также при исследовании этих показателей в крови. Установлено, что количество ОП может определяться в низких и высоких значениях. Данные показатели ГАГ же были в 1,7 раз выше по сравнению с контрольной группой. Резюмируя вышеуказанные данные, можно отметить, что среди диагностических тестов важная роль принадлежит определению ОП и ГАГ в крови.

**Ключевые слова:** наследственные коллагенопатии, оксипролин, глюкозамингликаны**SOME BIOCHEMICAL INDICES IN THE DIAGNOSIS  
OF HEREDITARY COLLAGENOPATHIES****<sup>1</sup>Askerova T.A., <sup>1</sup>Yagubova V.I., <sup>1</sup>Velieva G.A., <sup>2</sup>Gasanova G.T.**<sup>1</sup>*Azerbaijan Medical University, Baku, e-mail: tahira.askarova@mail.ru;*<sup>2</sup>*Republican Hospital, Baku*

Were studied biochemical parameters of serum oxyproline (OP) and glycosaminoglycans (GAG) in the blood and urine of patients with hereditary collagenopathies. To assess these indicators, the blood and urine of 172 patients with hereditary collagenopathies were examined. OP was determined by spectrophotometric method on Mini-Screen apparatus at a wavelength of 558 nm. Various forms of GAGs in urine were determined by electrophoresis on acetate-cellulose films. The amount of GAG in the blood was determined by immunoenzyme method using a test of the BlueGene Biotech company (China). As a result of the research, it was revealed that in 53,5% of patients the level of GAG was 2 times higher, in 18,6% of the examined patients this index was lower in comparison with the control group. In about half of the patients excretion of OP in daily urine was significant and exceeded the normal value by more than 2 times. Significant changes in these indices were also found in the blood. It was established that the concentration of OP can be on low and high values. GAG were 1,7 times higher in comparison with the control group. Summarizing the above data, it may be noted that among the diagnostic tests an important role belongs to the definition of OP and GAG in the blood.

**Keywords:** hereditary collagenopathies, oxyproline, glycosaminoglycans

Для наследственных коллагенопатий характерна относительно частая встречаемость патологий как в педиатрической, так и в терапевтической практике, прогредиентность течения, полиорганность поражения выраженный клинический полиморфизм, ранняя инвалидизация и даже смерть больных в молодом возрасте [4, 9].

Как известно, коллагены являются семейством внеклеточных матриксных белков, играющих важную роль в поддержании целостности органов и тканей, водно-солевого равновесия участвующих в процессах иммунологической защиты организма, заживлении ран, переломах костей, агрегации тромбоцитов и др. [5–7]. Мутации в генах, отвечающих за синтез этих белков, или дефицит активности пост-

трансляционных ферментов синтеза коллагенов приводят к возникновению таких наследственных болезней, как несовершенный остеогенез, некоторые типы синдрома Элерса – Данлоса, синдром Марфана, синдром Альпорте, дистрофические формы буллезного эпидермолиза, значительное число хондродисплазии, сходные мутации обнаружены также при остеоартрозе, различных вариантах остеопороза и др. [10, 11]. Другой серьезной проблемой практической медицины считаются болезни, сопровождающиеся избыточным синтезом коллагена, что приводит к развитию фиброза легких, печени и почек. В основе этих заболеваний лежат генетические дефекты, сопровождающиеся снижением активности ферментов, принимающие участие

в распаде коллагеновых белков [12]. При изучении биохимических показателей коллагенопатии было показано, что уровень оксипролина (ОП) в крови, экскреция его с мочой вместе с его метаболитами коллагенов, а также глюкозамингликанов (ГАГ) в указанных биохимических материалах метаболитов, основного вещества соединительной ткани (СТ), изменяется закономерно в зависимости от возраста клинических и генетических форм заболевания.

Основной диагностический показатель наследственных коллагенопатий глюкозамингликаны (ГАГ) по химической структуре являются линейными полимерами содержащими аминокислоты (N-ацетилированный или N-сульфатированный) и уроновую или идуроновую кислоту, образующие специфические для каждого типа дисахаридазные единицы. Посредством цепей глюкозамингликанов и стержневого белка протеогликанов взаимодействуют с коллагеновыми белками, фибронектином, протеиназами, ростовыми факторами, нейромедиаторами, гормонами, липопротеидами, мембранными рецепторами и ионами.

Глюкозамингликаны разделяют на две неоднородные группы – несulfатированные (гиалуроновая кислота, хондроитин) и sulfатированные. Последние представлены гепарансульфатом, который по своим химическим свойствам сходен с гепарином, хондроитин-4-сульфатом, хондроитин-6-сульфатом (для обоих соединений характерно наличие дисахаридазной единицы, состоящей из N-ацетил, D-галактозамин и D-глюкуроновой кислоты), дерматансульфатом, в котором повторяющаяся дисахаридазная единица содержит sulfатированный N-ацетил, D-галактозамин и L-идуроновую кислоту, гепарином и кератансульфатом. Последний, однако, не является истинным глюкозамингликаном, так как не содержит уроновой кислоты. Соотношение глюкозамингликанов в разных типах тканей варьируется.

Другим показателем обмена коллагена является оксипролин. Оксипролин – одна из основных аминокислот коллагена, что позволяет считать его маркером, отражающим катаболизм этого белка. Около 20% оксипролинсодержащих пептидов, высвобождаемых из коллагеновых молекул, экскретируются с мочой, а 80% метаболизируются в печени. Практически 90% оксипролина мочи является компонентом пептидов небольшой молекулярной массы, а около 9% большой (преимущественно фрагментов N-концевых пропептидов проколлагена I типа). В свободном виде находится только 1,0% оксипролина. Поэтому увеличение

количества свободного и, соответственно, снижение уровня связанного оксипролина может косвенно свидетельствовать о нарушении синтеза коллагена.

Генетические дефекты синтеза коллагена приводят к уменьшению числа легко растворимого коллагена. Именно поэтому у пациентов с наследственными коллагенопатиями отмечается достоверное повышение количества оксипролина в суточной моче, выраженность которого коррелирует с тяжестью патологического процесса.

Изучение наследственных коллагенопатий в Азербайджанской Республике показало распространение этой патологии. В эндемических очагах республики уровень наследственных коллагенопатий составляет 15%. Поэтому разработка комплексных методов диагностики для нашей республики является очень важной и актуальной [1, 2].

Таким образом, целью данной работы является исследование биохимических показателей метаболитов коллагена и основного вещества СТ среди больных с наследственными коллагенопатиями.

#### Материалы и методы исследования

Собственные наблюдения составили 172 больных в основном с диагнозом синдрома Марфана, несовершенного остеогенеза и семейного пролапса митрального клапана в возрасте от 2 до 39 лет – 80 женщин и 92 мужчин из 110 семей, а также их 120 здоровых родственников I и II степени родства. Контрольную группу составили 20 здоровых лиц в возрасте от 2 до 39 лет. Клинический протокол обследования семей включал: данные анамнеза жизни и болезни, анализ первичной медицинской документации пробанда и членов его семьи, составление родословных и результаты лабораторных методов исследования. Клинический диагноз больных был поставлен врачами. Для диагноза наследственных коллагенопатий исследовали определение оксипролина по П.Н. Шараеву (1981) [8]. Количество и различные формы глюкозамингликанов в моче электрофорезом на ацетат и целлюлозных пленках [3]. Количественный анализ глюкозамингликанов исследовали иммуноферментным методом с помощью теста фирмы BlueGene Biotech (China).

#### Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 представлены показатели экскреции оксипролина в суточной моче больных с коллагенопатиями. Среди обследованных было выделено три группы: с уровнем анализированных показателей 100% (I группа); 150% (II группа) и более 150% (III группа).

Проведенный анализ выявил у большинства обследованных (у 129 из 172 (75%)) повышение выделения с суточной мочой ОП, которое отражал процесс катаболизма и синтеза коллагена. Примерно у полови-

ны (49,3%) больных детей экскреция ОП была значительной и превышала должную величину более чем в 2 раза. Практически у трети (29,6%) пациентов повышение этого показателя было умеренным и составило в среднем  $122,1 \pm 1,9$  мг/сут. У четверти (25,0%) обследованных выявлено снижение экскреции ОП, что может свидетельствовать об угнетении резорбции коллагена у этих больных. С другой стороны, с увеличением возраста больных и продолжительностью клинического течения болезни наблюдаются более высокие нарушения в обмене коллагена. В табл. 2 представлены данные глюкозамингликанов в суточной моче у больных с коллагенопатиями.

Как видно из таблицы, среди 172 обследованных больных у 140 (81,4%) экскреция глюкозамингликанов с мочой выше по сравнению с контрольной группой. В этой группе больных полученные данные показывают активацию катаболизма межклеточных соединительной ткани. У 53,5% больных уровень ГАГ был в 2 раза выше нормы. Однако у 18,6% обследованных уровень ГАГ по сравнению с контрольной группой был ниже. А это показывает о низком межклеточном катаболизме соединительной ткани. Во второй группе установлено увеличение количества оксипролина и глюкозамингликанов одновременно. В группе больных, где уровень ГАГ был ниже 100%, наблюдали повышение ОП в суточной моче. Такая комбинация биохимических показателей

выявила у больных тяжелое течение заболевания. У больных с высоким содержанием (до > 150%) ГАГ в суточной моче выявляли также снижение ОП более 100% и клиническое течение заболевания было более мягким. Наличие достоверной взаимосвязи между изолированным нарушением экскреции ГАГ в суточной моче и тяжестью клинической картины заболевания показывает важность исследования данных биохимических показателей.

В следующей табл. 3 представлены показатели ОП и ГАГ в крови среди обследованных больных.

Количество сывороточного ОП среди больных выявлено в двух диапазонах. Больные, имеющие низкий уровень оксипролина и лица с повышенными показателями. Среди больных низкий уровень оксипролина было  $51,1 \pm 1,28$  мкг% (10,1–109,7). Данный показатель ниже на 4,6 раз по сравнению с контрольной группой. Низкий уровень ОП в крови сопровождается повышенной экскрецией оксипролина в суточной моче. Повышенный уровень ОП в крови колебался от 181,0 до 359,2, в среднем  $225,6 \pm 4,11$ . Сравнение этих данных с контрольной группой показало, что здесь изменения незначительные. Уровень ГАГ же среди обследованных был повышен на 1,7 раз по сравнению с контрольной группой. Количество ГАГ в крови было ниже от показателей установленных в суточной моче.

Таблица 1

Экскреция оксипролина в суточной моче больных с коллагенопатиями

Группы	n	%	ОП в суточной моче, мг/сут	Норма	P
I группа – до 100%	43	25,0	$42,07 \pm 2,01$	$59,05 \pm 2,19$	< 0,001
II группа – до 150%	51	29,06	$70,28 \pm 3,39$	$57,54 \pm 2,67$	< 0,001
III > 150%	78	46,03	$142,54 \pm 5,88$	$62,54 \pm 1,35$	< 0,001
Всего	72	100	$255 \pm 11,28$	$179,0 \pm 6,21$	< 0,001

Примечание. n – количество больных; P – достоверность показателей.

Таблица 2

Экскреции глюкозамингликанов в суточной моче больных с коллагенопатиями

Группы	n	%	ГАГ в суточной моче, мг/сут	Норма мг/сут	P	% кД ГАГ
I группа – до 100%	32	18,6	$4,37 \pm 0,19$	$59,05 \pm 2,19$	< 0,001	$79,9 \pm 3,05$
II группа – до 150%	48	27,9	$6,67 \pm 0,21$	$57,54 \pm 2,67$	< 0,001	$122,4 \pm 2,17$
III > 150%	92	53,5	$12,24 \pm 0,44$	$62,54 \pm 1,35$	< 0,01	$238,1 \pm 7,04$
Всего	172	100	$23,28 \pm 1,19$	$179,0 \pm 6,21$	< 0,001	$440,0 \pm 7,04$

Примечание. n – количество больных; % кД ГАГ – степень отклонения от показателей контрольной группы экскреции ГАГ, выраженная в процентах.

**Таблица 3**

Биохимические показатели ОП и ГАГ в крови среди больных с коллагенопатиями

Обследованные больные	Контрольная группа, n = 20 мкг%	Больные с низким содержанием ОП, мкг%	Больные с высоким содержанием ОП, мкг%	Количество ГАГ в крови, мг%	Контрольная группа, n = 20 мкг%
Больные с наследственными коллагенопатиями, n = 172	234,5 ± 14,73 (180,6–384,3)	51,1 ± 1,28 (10,1–109,7)	225,6 ± 4,11 (181,0–359,0)	11,2 ± 4,75	6,6 ± 2,79

Таким образом, выявление наследственных коллагенопатий возможно только на основании комплексных диагностических тестов исследования в крови и мочи. Резюмируя вышеуказанные данные можно отметить, что среди диагностических тестов важная роль принадлежит ОП и ГАГ.

**Список литературы**

1. Азизова Х.Н., Аскерова Т.А., Дадашова А.Р. Некоторые биохимические показатели в диагностике наследственных и вторичных коллагенопатий // Азербайджанский медицинский журнал. – 2014. – № 2. – Р. 111–115.
2. Аскерова Т.А., Гулиев В.Г., Гасанова Г.Т., Гасанова Ш.И. Биохимические особенности некоторых наследственных коллагенозов // Azərbaycan Tibb Jurnalı. – 2006. – № 3. – Р. 70–72.
3. Генова О.А., Такицкая Е.В., Учайкина Р.В., Козлов В.К. Состояние репродуктивной системы у подростков с маркерами недифференцированной дисплазии соединительной ткани // Дальневосточный медицинский журнал. – 2010. – № 4. – С. 55–59.
4. Говоров С.С. Клиника, морфологическая характеристика изменений аорты при синдроме Марфана у детей и взрослых // Детские болезни сердца и сосудов. – 2010. – № 1. – С. 52–56.
5. Кадурина Т.И. Наследственные коллагенопатии (клиника, диагностика, диспансеризация). – Санкт-Петербург. – 2000. – 274 с.
6. Кадурина Т.И. Дисплазии соединительной ткани у детей (клиника, диагностика, лечение): диссертация доктора медицинских наук. – Санкт-Петербург, 2003. – 355 с.
7. Махмудян Д.А. Частота и характер изменений почек у лиц с дисплазией соединительной ткани при различном уровне артериального давления. Дисс... канд. мед. наук. – Новосибирск, 2003. – 127 с.
8. Шараев П.Н. Метод определения свободного оксипролина в сыворотке крови // Лабораторное дело. – 1986. – С. 379–381.
9. Agretti P., De Marco G., Biagioni M., Iannelli A., Marigliano M. Sporadic congenital nonautoimmune hyperthyroidism, caused by P639S mutation in thyrotropin receptor gene // Eur. J. Pediatr. – 2012 Jul. – Vol. 171, № 7. – P. 113–1137.
10. Bakiler A.R., Aydogdu S.A., Erisen S. Yenigun A., Atay Y. A case of mitral papillary muscle rupture due to blunt chest trauma // Turk J. Pediatr. 2011 Jan-Feb, Vol. 53, № 1. – P. 97–99.
11. Cardenas D.C., Bello C.C., Urife G.P., Romero G.W., Gonzalez B.S. Acquired reactive perforating collagenosis, report of two cases // Rev. Med. Chil. – 2010 Oct. – Vol. 138, № 10. – P. 1281–1284.
12. Cnanary P., Venugopal V., Sangitha C., Rajogopalan V., Pandurangan C.N. A giant variant of agenzized reactive perforating collagenosis associated with hydronephrosis successful treatment with allopurinol // Int. J. Dermatol. – 2009 Feb. – Vol. 48, № 2. – P. 204–206.

УДК 613.5:373

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ В РАЗРЕЗЕ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****Гудинова Ж.В., Гегечкори И.В., Толькова Е.И., Жернакова Г.Н., Исхаков И.Ф.***ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, e-mail: gigiena@omsk-osma.ru*

В статье представлены результаты исследования зависимости заболеваемости детей от микроклиматических условий в образовательных организациях. В ходе исследования установлено статистически значимое влияние микроклиматических условий на формирование заболеваемости с впервые выявленным диагнозом: вклад микроклиматических условий в формирование заболеваемости органов дыхания в регионах России составил 16%, в формирование заболеваемости болезнью уха и сосцевидного отростка и болезнью мочеполовой системы – по 9%. Полученные результаты демонстрируют необходимость оценки условий среды образовательных организаций и потенциальные возможности СГМ в целях укрепления здоровья детей, что позволит реализовать современную парадигму ВОЗ – «о необходимости перехода от задач сокращения смертности и заболеваемости на задачи улучшения здоровья и повышения уровня благополучия населения» (WHO, 2015).

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, заболеваемость детей и подростков, здоровье, микроклимат

**HYGIENIC EVALUATION OF MICROCLIMATE IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS IN THE SECTION OF THE RUSSIAN FEDERATION REGIONS****Gudinova Zh.V., Gegechkori I.V., Tolkova E.I., Zhernakova G.N., Iskhakov I.F.***Federal State Funded Educational Institution for Professional Education «Omsk State Medical University», Ministry of Public Health of the Russian Federation, e-mail: gigiena@omsk-osma.ru*

The article presents the results of the study of the dependence of the incidence of children on microclimatic conditions in educational organizations. The study found a statistically significant effect of microclimatic conditions in the formation of morbidity with a newly diagnosed diagnosis: the contribution of microclimatic conditions to the formation of respiratory diseases in the regions of Russia was 16%, in the incidence of diseases of the ear and mastoid and genitourinary diseases – 9%. The results demonstrate the need to assess the conditions of the environment of educational organizations and the potential of SUM to improve the health of children, which will make it possible to implement the modern paradigm of WHO «on the need to move from the goals of reducing mortality and morbidity to improving health and improving the well-being of the population» (WHO, 2015).

**Keywords:** socio-hygienic monitoring, incidence of children and adolescents, health, microclimate

Вопрос совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ) по разделу гигиены детей и подростков можно считать насущным с момента утверждения Перечня показателей Федерального информационного фонда СГМ приказом № 810 Роспотребнадзора от 30.12.2005 [5]. Во-первых, указанный Перечень не включает в себя показателей, характеризующих условия образования, оздоровления и пребывания детей в организациях разного типа. Во-вторых, перечень показателей о здоровье детей Федерального информационного фонда СГМ (заболеваемость, инвалидность и некоторые другие) тоже требует коррекции, поскольку не включает важной информации о группах здоровья и физическом развитии детей.

Цель исследования – гигиеническая оценка микроклимата в образовательных организациях в разрезе регионов РФ с последующим уточнением показателей системы СГМ по разделу гигиены детей и подростков.

**Материалы и методы исследования**

В качестве материалов исследования использованы официальные статистические показатели единой межведомственной информационной системы (ЕМИСС):

– результаты исследования микроклимата (ЕМИСС – Ведомства – Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – Информация о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации – Число обследованных рабочих мест на уровне физических факторов) [2]. Выбор данной информации обусловлен выраженным влиянием параметров микроклимата на состояние здоровья детей ввиду несовершенства их системы терморегуляции;

– показатели первичной заболеваемости болезнями органов дыхания, уха и сосцевидного отростка, мочеполовой системы детей от 0 до 14 лет (ЕМИСС – Ведомства – Министерство здравоохранения Российской Федерации – Число заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения – Заболеваемость с диагнозом, установленным впервые в жизни, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения, на 100 тыс. человек населения) [3].

Статистическая обработка данных проводилась на базе Microsoft Excel 2007 и STATISTICA по нашим методическим разработкам [4]. Информация обработана с применением методов описательной статистики. Для получения общего представления результатов исследования микроклимата в детских и подростковых организациях применено картографирование (построение картограмм в программе 1С). Картограмма построена методом перцентилей с распределением регионов страны по трем интервалам: интервал минимальных значений – P0-P25 (самый светлый цвет на карте), интервал средних значений – P25-P75, интервал высоких значений – P75-P100 (самый темный цвет на карте).

Для оценки статистической значимости различий использован критерий Краскела – Уоллиса (H). В целях прогнозирования заболеваемости детей в зависимости от параметров микроклимата проведен корреляционно-регрессионный анализ, разработаны прогнозные модели [4]. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05.

### Результаты исследования и их обсуждение

Как известно, микроклимат – один из ведущих факторов среды обитания в образовательных организациях для детей и подростков. Однако в системе СГМ этот фактор не учитывается. В системе ЕМИСС имеется данная информация, требующая анализа и учета при организации санитарно-эпидемиологического надзора и в системе СГМ.

По данным результатов исследования микроклимата за 2014 г. минимальные сред-

ние по медиане отмечены в Южном и Северо-Кавказском ФО (рис. 1).

Максимальные средние по медиане и наибольший разрыв показателей отмечен в Дальневосточном ФО. Максимальные показатели нестандартных исследований микроклимата зарегистрированы в Республике Коми (46,5%) Северо-Западном ФО, Республике Хакасия (38,3%) Сибирском ФО, Чукотском автономном округе (35,8%) Дальневосточном ФО, Ямало-Ненецком АО (30,1%) Уральском ФО и ряде других регионов.

По данным картографирования большая часть регионов, вошедших в верхний квартиль (P75-P100, черный цвет на карте рис. 2) находятся в Дальневосточном ФО (Чукотский АО, Камчатский край, Сахалинская область, Республика Саха (Якутия), Хабаровский край), в Северо-Западном ФО (Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Архангельская и Новгородская области), в Приволжском (Удмуртская Республика, Пензенская область, Республика Башкортостан, Самарская область, Чувашская Республика – Чувашия), в Уральском ФО (Ямало-Ненецкий АО и Ханты-Мансийский АО – Югра). То есть очевидна климатическая тенденция изучаемого признака. Вместе с тем в интервал с высокими значениями частично вошли и регионы Центрального, Южного и Северо-Кавказского ФО. В данных регионах можно предположить, влияние дискомфорта микроклимата по нагревающему типу.

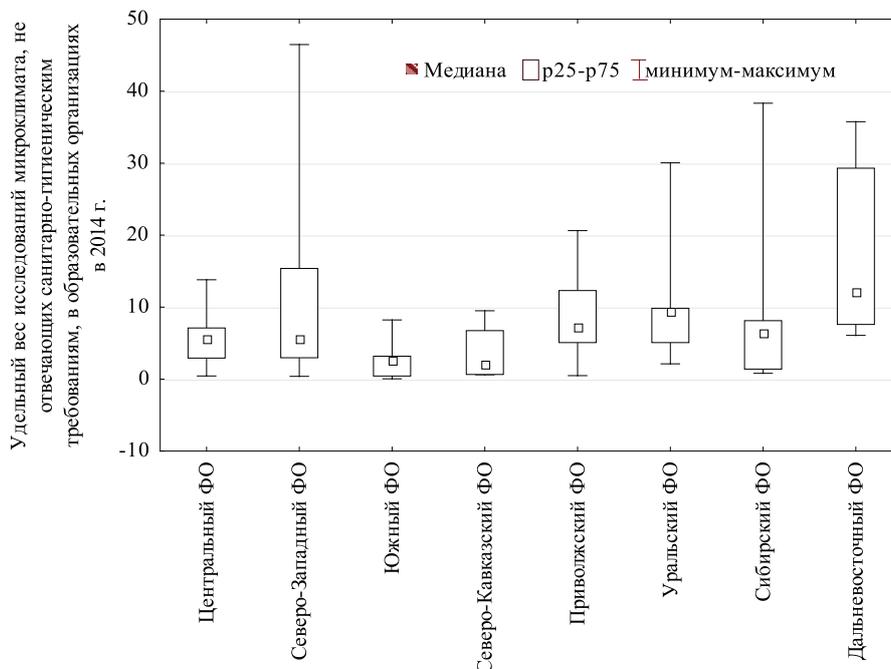


Рис. 1. Сравнительная характеристика результатов исследования факторов микроклимата в РФ в 2014 г. (N = 20,0, p = 0,0056)



Рис. 2. Картограмма распределения нестандартных показателей исследования микроклимата в РФ в 2014 г.

Таблица 1

Результаты моделирования показателей заболеваемости с диагнозом, установленным впервые в жизни в 2014 г. (y) в регионах России в зависимости от удельного веса исследований микроклимата, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям (x)

<b>Модель 1: зависимости показателей заболеваемости болезнями органов дыхания</b> ( $R = 0,4$ , $R^2_{\text{скадр.}} = 0,16$ , $p = 0,000$ ); $y = 107072 + 1474,4 \cdot x$ , где x – удельный вес исследований микроклимата, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям
<b>Модель 2: зависимости показателей заболеваемости болезнями уха и сосцевидного отростка</b> ( $R = 0,3$ , $R^2_{\text{скадр.}} = 0,09$ , $p = 0,004$ ); $y = 4776,1194 + 51,5299 \cdot x$ ; где x – удельный вес исследований микроклимата, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям
<b>Модель 3: зависимости показателей заболеваемости болезнями мочеполовой системы</b> ( $R = 0,3$ , $R^2_{\text{скадр.}} = 0,09$ , $p = 0,005$ ); $y = 2646,9927 + 37,2251 \cdot x$ ; где x – удельный вес исследований микроклимата, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям

В целях выявления влияния дискомфортного микроклимата на здоровье детского населения проведен регрессионный анализ. Установлены статистически значимые, средней силы, прямые зависимости ряда показателей заболеваемости от удельного веса нестандартных исследований микроклимата (табл. 1, рис. 3). То есть, чем выше удельный вес исследований, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям, тем больше показатели заболеваемости.

Наибольший вклад в формирование заболеваемости от параметров микроклимата отмечен для заболеваний органов дыхания (16%) (табл. 1, рис. 3). Ситуация, описываемая уравнением регрессии № 1, выглядит следующим образом: уровень заболеваемости болезнями органов дыхания растет с повышением удельного веса исследований микроклимата, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям. По результатам графического анализа модели № 1

выделены регионы – исключения: Ивановская область, Республика Хакасия, Республика Дагестан, Чеченская Республика, где предсказанные значения показателей заболеваемости болезнями органов дыхания не входят в зону прогноза, в наибольшей степени отличаясь от фактических, что требует дополнительных исследований (рис. 3).

Вклад в формирование болезней уха и сосцевидного отростка, как и болезней мочеполовой системы, составил 9% (табл. 1).

На основе разработанных моделей были проведены расчеты предсказанных значений заболеваемости отдельного региона (на примере Омской области) и сопоставление их с реальными цифрами в целях обоснования направлений регионально-ориентированной профилактической программы. В результате моделирования из всех предсказанных значений более всего приближались к реальным значениям заболеваемости болезнями уха и сосцевидного отростка, рассчитанные на основе модели 2.

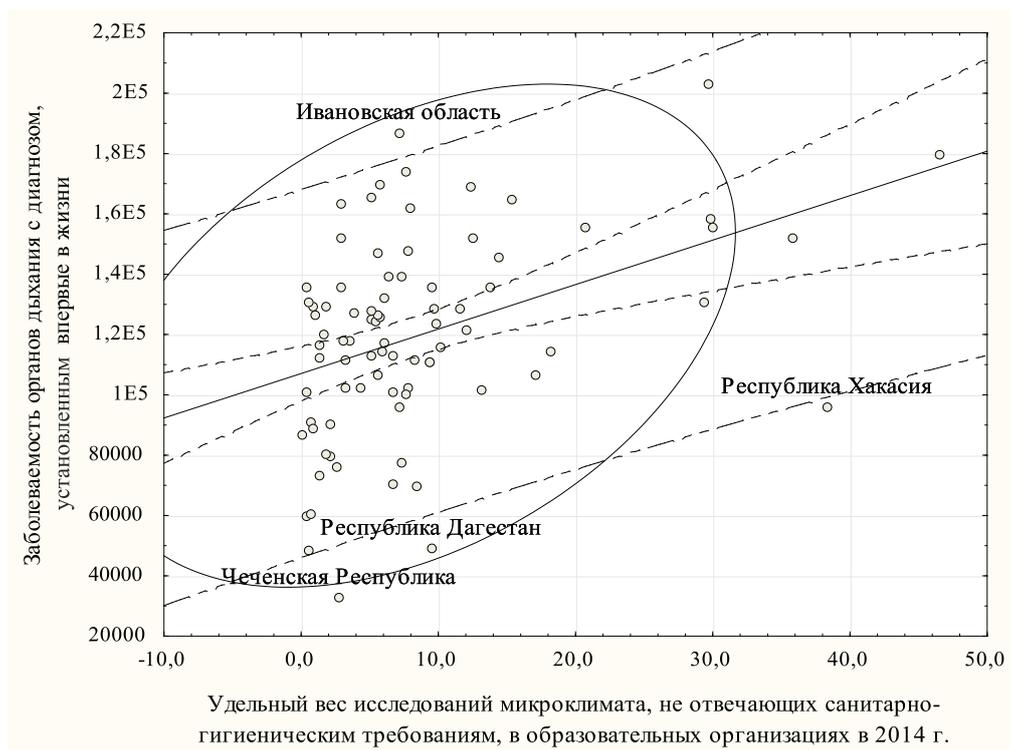


Рис. 3. Результаты моделирования заболеваемости болезнями органов дыхания в 2014 г. от параметров микроклимата, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, в 2014 г.

Таблица 2

Показатели заболеваемости, реальные (2014 г.) и предсказанные на основе удельного веса исследований микроклимата, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям

	Показатели заболеваемости на 100 000 населения		Разница	
	реально	предсказано	абс.	%
Заболевания органов дыхания	95780,1	117540,5	-21760	-22,7
Болезни уха и сосцевидного отростка	5155,1	5141,9	13,2	0,3
Болезни мочеполовой системы	3288,1	2911,3	376,8	11,5

Реальное значение заболеваемости болезнями органов дыхания на 22,7% ниже, чем предсказано. Возможно, имеет место влияние доступности медицинской помощи и качества учета. Реальные показатели заболеваемости болезнями мочеполовой системы выше предсказанных на 11,5%, что не исключает влияние других факторов среды обитания и требует дальнейшего исследования.

**Выводы**

Таким образом, в результате изучения причинно-следственных связей установлено, что показатели заболеваемости логично вписываются в систему традиционных

взглядов гигиенистов о существенном влиянии на формирование данных заболеваний условий микроклимата.

Полученные результаты позволяют обосновать расширение перечня показателей информационного фонда СГМ. Подобные исследования можно рекомендовать для обоснования регионально-ориентированных профилактических программ с определением места конкретной территории в совокупности регионов РФ.

Предлагаемое нами решение позволит реализовать современную парадигму ВОЗ – «о необходимости перехода от задач сокращения смертности и заболеваемости на задачи улучшения здоровья и повы-

шения уровня благополучия населения» (WHO, 2015) [1].

#### Список литературы

1. ВОЗ. Доклад о состоянии здравоохранения в Европе, 2015 г. Новые рубежи в работе с информацией здравоохранения и фактическими данными. URL: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/298147/European-health-report-2015-chapter4-ru.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/298147/European-health-report-2015-chapter4-ru.pdf) (дата обращения: 01.06.2017).

2. ЕМИСС. Информация о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации. Число обследованных рабочих мест на уровне физических факторов. URL: <https://fedstat.ru/indicator/38255> (дата обращения: 01.06.2017).

3. ЕМИСС. Число заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения. Заболеваемость с диагнозом, установлен-

ным впервые в жизни, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения, на 100 тыс. человек населения. URL: <https://fedstat.ru/indicator/41697>. (дата обращения: 01.06.2017).

4. Об утверждении методических рекомендаций по социально-гигиеническому мониторингу: приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 20 сентября 2010 г. № 341 [Электронный ресурс] // Гарант: справочная правовая система (дата обращения: 10.06.2017).

5. О перечне показателей и данных для формирования Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга : приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 30 декабря 2005 г. № 810 [Электронный ресурс] // Гарант: справочная правовая система (дата обращения: 10.06.2017).

УДК 612.6.057:[316.644 + 159.922.1]

## ОСОБЕННОСТИ ГЕНДЕРНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И СТЕРЕОТИПОВ СОВРЕМЕННЫХ ДЕВУШЕК-СТУДЕНТОК

<sup>1</sup>Денисов М.С., <sup>2</sup>Герасимова Л.И., <sup>1</sup>Сидорова Т.Н., <sup>1</sup>Левицкая В.М., <sup>1,2</sup>Денисова Т.Г.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,

Чебоксары, e-mail: tomadenisova@rambler.ru;

<sup>2</sup>ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашии, Чебоксары

Гендерное равенство представляет собой существенный элемент для понимания феномена низкой рождаемости. В гендерных исследованиях репродуктивные права рассматриваются как фундаментальная проблема женского равноправия. Отношения гендерной иерархии образуют систему патриархатного гендерного контроля над репродуктивным поведением и воспроизводством. Гендерные характеристики молодежи представляются весьма актуальными в силу её особого социального статуса и роли в обществе. Проведено исследование гендерных представлений и стереотипов современных девушек-студенток с помощью анкеты «Гендерные характеристики личности» анонимно. По результатам исследования гендерных представлений было выявлено, что 54% респонденток в общей сложности имеют эгалитарные гендерные представления, особенно в сфере профессиональной самореализации женщин, что соответствует современным тенденциям развития общества, 38% имеют традиционные гендерные представления, а 8% промежуточные. В сфере межличностных гендерных отношений они настроены на реализацию партнерской модели поведения.

**Ключевые слова:** гендерные представления, гендерные характеристики, гендерные предубеждения, девушки-студентки

## THE FEATURES OF GENDER PERCEPTION AND STEREOTYPES CONTEMPORARY FEMALE STUDENTS

<sup>1</sup>Denisov M.S., <sup>2</sup>Gerasimova L.I., <sup>1</sup>Sidorova T.N., <sup>1</sup>Levitskaya V.M., <sup>1,2</sup>Denisova T.G.

<sup>1</sup>The Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, e-mail: tomadenisova@rambler.ru;

<sup>2</sup>Postgraduate Doctors Training Institute HealthCare Ministry of the Chuvash Republic, Cheboksary

Gender equality is essential for comprehension of low fertility phenomenon. In gender studies reproductive rights are considered as a fundamental problem of women's equality. Relationships of gender hierarchy form a system of patriarchal gender control over reproductive behavior and reproduction. Gender characteristics of young people seem to be acute due to their special social status and role in society. The gender based perceptions and stereotypes of modern female students have been studied by the anonymous questionnaire «gender characteristics of the person». According to the study of gender – based perceptions the following has been detected 54% of all the respondents have egalitarian gender – based perceptions, especially with the reference to professional self-realization of the women, which corresponds to modern trends of the society, 38% have traditional gender – based perceptions, and 8% have intermediate ones. In the sphere of interpersonal gender relations there is partnership model of behavior.

**Keywords:** gender perception, gender characteristics, gender bias, female students

В России многие годы не обеспечивается простое воспроизводство населения и, соответственно, численность населения страны уменьшается. По мнению Р. McDonald (2008 г.), гендерное равенство влияет и даже обуславливает низкую рождаемость. Репродуктивные права в гендерных исследованиях рассматриваются как фундаментальная проблема женского равноправия. Воспроизводство населения в 20-м веке и начале 21 столетия претерпело большие изменения, развитие медицины и медицинской промышленности обеспечило доступ к качественным услугам в сфере репродуктивного здоровья женщинам и мужчинам. Новейшие технологии стали условием массового перехода женщин к стратегиям регулирования рождаемости, планирования численности населения. Однако контрацепция, аборт, беременность, вскармливание грудных детей

и т.д. все чаще рассматриваются в контексте проблем политики, права, культуры, морали, социальной психологии [6, 7, 8, 10].

В условиях гендерного неравенства отношения оказываются обусловленными дифференциацией людей по признаку пола, или гендерной иерархией. Отношения гендерной иерархии образуют систему патриархатного гендерного контроля над репродуктивным поведением и воспроизводством. Гендерный контроль над репродуктивным поведением включает: экономические, социальные, институциональные, социокультурные и сексуальные отношения [1, 3, 5].

Выделяют два основных типа гендерной идеологии: патриархатная (традиционная) идеология найдет отражение в патриархатных (традиционных) гендерных представлениях, а эгалитарная – в эгали-

тарных гендерных представлениях. Сторонники традиционных и эгалитарных представлений отличают суждения о вопросах, принципиальных для гендерной идеологии. Сторонники традиционных (патриархальных) гендерных представлений убеждены в том, что лидирующие и доминирующие позиции в различных социальных организациях и структурах, а также в обществе должны занимать мужчины. Для сторонников эгалитарных гендерных представлений характерно отрицание гендерного неравенства по биологическому принципу, особенности пола не могут являться причиной гендерного неравенства. Отсутствие детерминированности социальных ролей полом в обществе и в семье доказывает, что линию поведения человек выбирает согласно своему желанию, мотивам личности, а также жизненным обстоятельствам. Эгалитарные гендерные представления предполагают равные возможности для личностной и профессиональной самореализации мужчин и женщин, а также во всех сферах жизнедеятельности [2, 4, 9, 11].

Гендерные характеристики личности включают гендерную идентичность, мужские и женские черты личности, стереотипы и установки, связанные с формами и моделями поведения. Отдельные гендерные характеристики не всегда тесно взаимосвязаны между собой, поскольку они зависят от множества разных факторов. До настоящего времени широко распространена дифференцировка на мужские и женские роли в обществе и семье, хотя имеется множество свидетельств того, что все социальные роли (в том числе и такие, как «добытчик», «домашняя хозяйка/хозяин», «воспитатель/воспитательница детей» и др.) могут выполняться и мужчинами и женщинами.

Гендерные стереотипы – общепринятые представления о поведении и чертах характера женщин и мужчин, которые формируют традиционные гендерные представления о роли мужчин и женщин в обществе и в семье.

Гендерные предубеждения – это социальная установка с негативным и искаженным содержанием, это предвзятое мнение по отношению к представителям другого пола.

Исследование гендерных представлений современной студенческой молодежи в силу её особого социального статуса и роли в обществе позволят выявить перспективы нашего общества в ближайшие годы, так как от гендерных представлений молодежи будет зависеть уровень рождаемости и качество здоровья рожденных детей.

Целью нашего исследования был анализ особенностей гендерных представлений современных девушек-студенток в регионе.

### Материалы и методы исследования

Выборку исследования составили студентки старших курсов университета – 100 девушек (19–25 лет), согласившиеся участвовать, исследование проводилось с сентября по ноябрь 2016 г. Гендерные особенности изучались анонимно с помощью анкеты «Гендерные характеристики личности», которая была представлена тремя блоками вопросов: гендерные представления, гендерные характеристики и гендерные предубеждения (составлена под ред. И.С. Клециной, 2004).

В анкете «Гендерные характеристики личности» отдельно анализировались гендерные представления, гендерные стереотипы и гендерные предубеждения.

В зависимости от вариантов ответов на вопросы анкеты изучены гендерные представления относительно мнений, суждений и оценок, присущих сторонникам традиционных и эгалитарных гендерных идей и были выделены девушки-студентки с эгалитарными и традиционными гендерными представлениями. Варианты ответов «Трудно сказать» свидетельствуют о неопределенных или о промежуточных гендерных представлениях.

Часть утверждений Анкеты определяла гендерные стереотипы. О выраженности гендерных стереотипов свидетельствовали варианты ответов, в соответствии с которыми к качествам, характеризующим типичную женщину, отнесены такие характеристики, как уступчивость, чувствительность, любовь к гуманитарным наукам, тактичность, повышенное внимание к своей внешности, эмпатичность, способность легко заплакать, сильная потребность в защите, зависимость, словоохотливость, склонность к порядку. К качествам, характеризующим типичного мужчину, отнесены такие характеристики, как агрессивность, неэмоциональность, любовь к точным наукам, честолюбие, объективность, властность, склонность к соперничеству, уверенность в себе, независимость, склонность к лидерству, рациональность.

О наличии гендерных предубеждений также свидетельствовали определенные варианты ответов.

### Результаты исследования и их обсуждение

По результатам обработки анкетных данных девушек-студенток было выявлено: с высказыванием «Совсем не обязательно, чтобы кто-то – муж или жена – считался главой семьи» согласились 45% девушек, 45% были не согласны, 10% воздержались от ответа. В то же время 72% девушек считают, что, даже если муж полностью обеспечивает семью, он не имеет права запретить ей работать, и 100% респонденток убеждены, что жена сама будет решать, работать ей или нет, он не имеет права решать за нее. С утверждением, что женам необходимо уметь приспосабливаться к мужчинам, согласны 23%, 12% воздержались от ответа, а 65% категорично не согласны.

Девушки-студентки в 100% случаях считают, что муж и жена одинаково отвечают за сохранение семьи, 73% считают, что несправедливо и безосновательно занимать доминирующие позиции в общественной или частной жизни и мужчинам и женщинам.

С утверждением, что семейная жизнь для женщины самое главное, согласны 94% девушек, но 78% считают, что для женщин карьера и профессиональные успехи так же важны, как и для мужчин. Причем 55% девушек убеждены, что профессиональная карьера – это прерогатива мужчин, а 41% придерживаются мнения, что женщинам необязательно быть профессионалами, и, соответственно 59% считают, что, когда речь идет о профессионализме, половая принадлежность не имеет значения. С суждением, что стремление к высокому профессионализму в большей мере мужское дело, согласились всего 29% девушек, а 71% – что стремление к высокому профессионализму женщинам присуще не меньше, чем мужчинам.

Что активное выдвижение мужчин на руководящие должности неактуально, считают 66% респонденток, и женщины должны занимать их, как и мужчины.

При обсуждении утверждения, что настоящей дружбы у женщин быть не может – мнения разделились – 38% согласны, 41% убеждены в неправильности этого утверждения, а 11% воздержались от ответа. Относительно убеждения – измерение ценности личности женщины в зависимости от того, родила она или не родила – 22% считают, что ценность личности женщины измеряется рождением ребенка, 51% считают, что этот факт не надо учитывать, а 27% воздержались.

При обсуждении вопроса о рождении ребенка до карьеры или независимо от карьерного роста 35% девушек высказались, что планируют рожать независимо от карьерного роста, 47% планирует сначала сделать карьеру.

Относительно ограничений по признаку пола и неравных возможностей в различных сферах современной жизни 74% респонденток считают, что половая принадлежность не должна служить оправданием, а 26% – в некоторых случаях ограничения необходимы.

Утверждение, что политика и власть, армия и полиция – мужское дело, а не женское, признают 72% девушек.

Далее девушкам для изучения гендерных представлений были предложены высказывания, с которыми они могли согласиться или не согласиться. Приводим

примеры более значимых, по нашему мнению, позиций.

Мужчина и женщина одинаково переживают страх, согласны 82%, а 28% не согласны.

По природе мужчина агрессивен, а женщина миролюбива, согласны 78%, 22% не согласны.

Представление об интеллектуальном, нравственном и физическом превосходстве явный анахронизм, согласны 81%, 19% не согласны.

Мужчины и женщины могут быть равноправными партнерами в политике, согласны 57%, 43% не согласны.

Последнее слово в семейной жизни может оставаться за женщиной, в общественной никогда, согласны 68% девушек, не согласны 32%.

Таким образом, по результатам нашего исследования гендерных представлений было выявлено, что 54% респонденток имеют эгалитарные гендерные представления, 38% – традиционные, а 8% – промежуточные.

Для изучения гендерных стереотипов респонденток в анкете были предложены варианты ответов, которые свидетельствуют о выраженности гендерных стереотипов. В соответствии с ними к качествам, характеризующим типичную женщину, отнесены, такие как уступчивость, чувствительность, любовь к гуманитарным наукам, тактичность, повышенное внимание к своей внешности, эмпатичность, способность легко заплакать, сильная потребность в защите, зависимость, словоохотливость, склонность к порядку.

Для типичного мужчины характерны: агрессивность, честолюбие, объективность, властность, склонность к соперничеству, уверенность в себе, независимость, склонность к лидерству, рациональность, неэмоциональность, любовь к точным наукам.

Среди анкетированных 53% девушек-студенток выделили ответы, характеризующие типичную женщину, а 47% в соответствии с отмеченными качествами были отнесены к типам женщин с не выраженными гендерными стереотипами.

Результаты наших исследований обнаружили у современных девушек-студенток традиционные и модернизированные гендерные стереотипы. Также были обнаружены тенденции сокращения межполовой дифференциации за счет выявления в характеристиках типичных девушек качеств, которые традиционно приписывались мужчинам.

Исследование наличия гендерных предубеждений у девушек изучалось разделом

анкеты, содержащим определенные утверждения, основные из них: женщине следует больше думать о том, чтобы быть хорошими женами и матерями – согласны 38%, и меньше беспокоиться о своих правах и женщина, не родившая ребенка, прожила жизнь напрасно – согласны 32%. О том, что при приеме на работу и продвижении по службе женщины все еще подвержены дискриминации – согласны 26%, а что предпочтение следует отдавать мужчинам, а не женщинам – согласны 8%, и 43% респонденток согласны с тем что за успех на политическом или общественном поприще женщина неизменно расплачивается неудачами в личной жизни и изъянами характера.

По результатам нашего исследования выявлено наличие гендерных предубеждений у 28% девушек-студенток.

Гендерные характеристики личности – определяют социальный статус и распределение ролей мужчин и женщин, которые они должны исполнять как члены общества, и являются продуктом существующей в обществе в определенный исторический период гендерной идеологии.

При анализе психологических аспектов гендерных отношений доказана необоснованность и нецелесообразность неравноправных моделей поведения в ситуациях межполового взаимодействия личностей и групп традиционно сложившихся, и современный гендерно-компетентный человек будет стремиться к реализации партнерской, а не доминантно-зависимой модели отношений.

Аналитическая оценка результатов анкетирования выявила, что девушки студентки гендерно-компетентны, их отличают эгалитарные гендерные представления, в сфере межличностных гендерных отношений они планируют реализовать партнерскую модель поведения.

Таким образом, у большинства современных девушек-студенток обнаружены эгалитарные гендерные представления, что соответствует современным тенден-

циям развития общества. В отношениях с мужчинами девушки настроены на реализацию партнерской модели поведения. Более значимыми для девушек являются такие компоненты гендерных представлений, как качества личности, распределение ролей в семье, профессиональная карьера и общий статус в обществе. Современные девушки-студентки в большом проценте случаев откладывают рождение детей, отдавая предпочтение профессиональной самореализации, что, безусловно, повлияет на реализацию репродуктивного потенциала и рождаемость.

#### Список литературы

1. Клецина И.С. Формирование гендерной компетентности как задача гендерного образования / И.С. Клецина // Гуманитарное образование и социальный контекст: гендерные проблемы: материалы междунар. науч. конф; СПб, 25–28 июня 2007 г. / отв. ред. О.В. Попова. – СПб.: СПбГУ, 2007. – С. 114–119.
2. Хасбулатова О.А. Российская гендерная политика в XX столетии: мифы и реалии / О.А. Хасбулатова. – Иваново: Ивановский ГУ, 2005. – 372 с.
3. Берн Ш. Гендерная психология / Ш. Берн. – СПб.: Прайм–ЕВРОЗНАК, 2001. – 320 с.
4. Воронина О.А. Феминизм и гендерное равенство / О.А. Воронина. – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 320 с.
5. Клецина И.С. Психология гендерных отношений. Теория и практика / И.С. Клецина. – СПб.: Алетейя, 2004. – 408 с.
6. Радзинский В.Е. Репродуктивный потенциал России – грани проблемы, перспективы коррекции / В.Е. Радзинский // Амбулаторно-поликлиническая практика – новые горизонты: материалы Всерос. конгр. – М., 2010. – С. 280–282.
7. Стародубов В.И. Репродуктивные проблемы демографического развития России / В.И. Стародубов, Л.П. Суханова. – М.: ИД «Менеджер здравоохранения», 2012. – 320 с.
8. Щепин О.П. Общественное здоровье и здравоохранение / О.П. Щепин, В.А. Медик. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 592 с.
9. Sexual behavior and experience of sexual coercion among secondary school students in three states in North Eastern Nigeria / A.J. Ajuwon et al. // BMC Public Health. – 2006. – Vol. 6. – P. 310.
10. McDonald, P. Gender Equity in Theories of Fertility Transition // The Welfare State Reader / Ch. Pierson and F. Castles (eds.). – Second Edition. Polity Press, 2008. – P. 333–346.
11. Oyedjeji O.A. A gendered study of young adult contraceptive use at one university in KwaZuluNatal / O.A. Oyedjeji, R. Cassimjee // Curationis. – 2006. – Vol. 29 (3). – P. 7–14.

УДК 613.2.03

**ДВАДЦАТИЛЕТНИЙ ОПЫТ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
ОБЪЕДИНЕНИЯ «ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА»  
ПО РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЕРТИЗЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ**

**Касымбеков Ж.О., Белов Г.В., Касымов О.Т.**

*Научно-производственное объединение «Профилактическая медицина» Министерства  
здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек, e-mail: jarkin.kg@mail.ru*

В статье описан опыт разработки как собственных отечественных нормативных технических документов Кыргызской Республики, так и технических регламентов ближайших экономических сообществ как Евразийское экономическое сообщество (ЕврАзЭС), Евразийский экономический Союз (ЕАЭС), Таможенный Союз (ТС). Разработки ввелись экспертами, членами технических комитетов от научно-производственного объединения «Профилактическая медицина» Министерства здравоохранения Кыргызской Республики преимущественно в области гигиены питания и безопасности питьевой воды и других важных отраслей жизнедеятельности человека. Разработкой ТР в эти годы интенсивно занимались все постсоветские страны. Разработанные в Кыргызстане ТР не являются компиляцией стандартов разных стран. Особенно это относится к стандартам на экспортно-ориентированную продукцию: бутилированную воду, мед, мясо, сухофрукты, молоко. Эти продукты, произведенные в Кыргызстане, отличаются разнообразием и экологической чистотой, имеют свою специфику. Подготовленные справки анализа регулятивного воздействия (АРВ), в которых просчитывались преимущества и риски от ведения нового нормативного документа, и проекты были направлены в правительство. Авторы этой статьи были председателем и зам. председателя рабочих групп по разработке ТР КР «О безопасности бутилированных природных минеральных, природных питьевых и столовых вод», и членами рабочих групп по разработке других 5 ТР, а также ТР «Мед и продукты пчеловодства». Цель исследования – анализ результатов деятельности этих технических комитетов и оценка влияния разработанных технических регламентов на общественное здоровье.

**Ключевые слова:** технический регламент, питьевая вода, бутилированная вода, анализ регулятивного воздействия

**TWENTY YEARS' EXPERIENCE OF SCIENTIFIC AND PRODUCTION  
CENTRE FOR PREVENTIVE MEDICINE IN DEVELOPMENT  
AND EVALUATION OF TECHNICAL REGULATIONS**

**Kasymbekov Zh.O., Belov G.V., Kasymov O.T.**

*Scientific and Production Centre for Preventive Medicine of the Ministry of Health of the Kyrgyz  
Republic, Bishkek, e-mail: jarkin.kg@mail.ru*

The article describes the experience of developing both its own domestic regulatory technical documents of the Kyrgyz Republic as well as technical regulations of the nearest economic communities such as the Eurasian Economic Community (EurAsEC), the Eurasian Economic Union (EAEU), the Customs Union (CU). Experts and members of technical committees of the Scientific and Production Centre for Preventive Medicine of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic were engaged in development studies mainly in areas of food hygiene and drinking water safety and other important sectors of human activity. In those years all post-Soviet countries were intensively engaging in the development of Technical Regulations (TRs). The TRs developed in Kyrgyzstan are not a compilation of the standards of different countries. This especially applies to the standards for export-oriented products: bottled water, honey, meat, dried fruits, milk. These products made in Kyrgyzstan are diverse and environmentally friendly and have their own specifics. Regulative impact analysis reports assessing benefits and risks of new regulatory documents, and the projects were sent to the government. The authors of this article were chairman and deputy chairman of the working groups on the development of the TR of the Kyrgyz Republic «On the safety of bottled natural mineral, natural drinking and table waters» and members of working groups on the development of the other 5 TRs as well as the TR «Honey and bee products». This study analyzes the results of the work of these technical committees and assesses impacts of the developed technical regulations on public health.

**Keywords:** technical regulation, drinking water, bottled water, regulative impact analysis

С обретением независимости перед Кыргызстаном в девяностые годы встала задача разработки собственных нормативных технических документов. По инициативе Кыргызстандарта в 1995 году стали создаваться Технические комитеты по стандартизации (ТК), на основе объединения при проектных и научно-исследовательских институтах специалистов по различным направлениям. Так двадцать лет на-

зад были созданы Технические комитеты по стандартизации ТК 08 «Медицинские критерии экологической безопасности» и ТК 16 «Питьевая вода» при научно-производственном объединении «Профилактическая медицина». Возглавили ТК 08 и ТК 16 соответственно профессор Ю.И. Мануйленко к.м.н. А.А. Шаршенова (теперь д.м.н.). В том же году ТК18 «Минеральные воды» при Кыргызском НИИ курортологии

и восстановительного лечения организовал к.м.н. Г.В. Белов. В 2008 году ТК 08 и ТК 16 объединились в ТК 16 «Экологическая безопасность питьевой воды и процессов водоснабжения» под руководством профессора Г.В. Белова.

**Целью** настоящего исследования явился анализ результатов деятельности этих технических комитетов и оценка влияния разработанных технических регламентов на общественное здоровье.

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

Названные ТК приняли активное участие в разработке Законов Кыргызской Республики «О питьевой воде», «О радиологической безопасности», «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах», принятых в 1996–2000 годах.

В девяностые и начале двухтысячных годов на территории Кыргызстана действовали ГОСТы СССР. Только производство части продукции регулировалось отраслевыми стандартами (ОСТ), утверждаемыми республиканским органом – Кыргызстандартом. В этот период стали создаваться многочисленные малые и совместные предприятия, для выпуска новых видов товара требовалась современная техническая документация.

Прежде всего ТК стали разрабатывать Технические условия (ТУ) на конкретный вид продукции. Лично нам довелось разработать больше 50 ТУ на бутылированную питьевую и минеральную воду, другие природные лечебные средства: масляные экстракты, крема, эликсиры, бальзамы, природные лечебные соли, напитки. Количество нормативных технических документов стремительно нарастало, при этом качество их стало трудно контролировать, несмотря на обязательное согласование с департаментом санэпиднадзора, отделами Кыргызстандарта и некоторыми другими профильными ведомствами.

В этих условиях была поставлена цель разработки национальных стандартов Кыргызской Республики (Кыргыз Мамлетик Стандарт) КМС. Основополагающие стандарты (КМС 40.01-98 Система сертификации Кырг. СТ. Основные положения. КМС 40.14-97 Система сертификации Кырг. СТ. Основные понятия. Термины и определения.) были разработаны сотрудниками Кыргызстандарта. Технические комитеты, а их к 2000 году было больше 20, разрабатывали КМС в соответствии своему профилю. Требованием к КМС стала гармонизация национальных стандартов с европейски-

ми стандартами: Директивами ЕС и Codex Alimentaris.

Некоторые стандарты Международной организации по стандартизации (ISO) вводились в действие методом обложки, сохраняя неизменной текстовую часть в русском переводе. Обозначались такие стандарты КМС ИСО. Например: КМС ИСО 9004-2-99 Административное управление качеством и элементы системы качества. Часть 2. Руководящие указания по услугам.

Авторы данной статьи приняли участие в разработке и введении в действие 7 КМС.

В 2004 году был принят закон Кыргызской Республики «Об основах технического регулирования в Кыргызской Республике» от 22 мая 2004 года, который был призван сменить существующую систему стандартизации, сертификации и метрологии [8]. Основными нормативными документами становились технические регламенты (ТР), в которых регламентировались только обязательные требования к безопасности продукции для жизни и здоровья людей, а также охране окружающей среды. При этом повысился правовой статус документа до уровня Закона. Первоначально ТР подразделялись на общие ТР и специальные ТР. Общие ТР должны были утверждаться Жогорку Кенешем. Специальные ТР – Постановлением Правительства Кыргызской Республики. В настоящее время признано юридически не обоснованным подразделение ТР на общие и специальные, они имеют один порядок утверждения и применения.

Постановлением Правительства Кыргызской Республики от 12 января 2006 года № 11 «О Программе разработки первоочередных технических регламентов на 2006–2007 годы» Министерству здравоохранения была поручена разработка 3 общих регламентов: «О безопасности питьевой воды», «О радиационной безопасности», «Требования к безопасности продовольственного сырья, пищевых продуктов в процессе их производства и обращения» [12]. При плане окончания разработки документов к концу 2007 года первые два общих регламентов были утверждены в 2011 году. Видоизмененный третий общий ТР был утвержден в апреле 2013 года под названием «Гигиена производства пищевых продуктов», однако утратил силу в соответствии с Законом КР от 2 апреля 2015 года № 69.

ТК 08, ТК 16 и ТК 18 участвовали в рабочих группах по разработке данных технических регламентов, и сейчас участвуют пересмотре этих ТР.

Постановлением Правительства Кыргызской Республики от 24.08.07 г. № 364 «О Программе разработки технических ре-

ламентов на 2007–2009 годы» устанавливалась очередность разработки специальных технических регламентов и объемы финансирования этих работ [13].

Однако следует отметить, что разработка технических регламентов КР шла сложно, с отставанием. Из «Программы разработки технических регламентов на 2007–2009 годы» было профинансировано лишь часть работ. Министерство экономического развития и торговли, ответственное за реализацию этой программы, решило изменить порядок финансирования разработки технических регламентов, и вместо выделения денег министерствам, ведомствам, проектным организациям, образовало Приказом от 4 февраля 2009 г. № 23 рабочую группу из 8 человек, представителей заинтересованных ведомств и бизнеса для разработки 5 технических регламентов:

- «О гигиене пищевых продуктов»,
- «Об упаковке и маркировке пищевых продуктов»,
- «О пищевых добавках»,
- «О безопасности мяса и продуктов его переработки»,
- «О безопасности бутилированных природных минеральных, природных питьевых и столовых вод».

От НПО «Профилактическая медицина» в рабочую группу вошли профессор М.К. Эсенманова и Г.В. Белов. Курировал работу группы заместитель министра МЭРТ КР К.М. Укулов. Техническую помощь в разработке ТР оказывал проект «Support to PCA Implementation Kyrgyz Republic Phase 3» (руководитель проекта СПС – фаза III Стивин Джон А. Ньютон, правовой эксперт Карл Ульбрихт). Финансовую поддержку оказал Центрально-Азиатский офис Германского фонда содействию развитию GTZ.

В короткий срок – три месяца – рабочая группа разработала все 5 технических регламентов и передала их в экспертные комиссии. По результатам экспертизы проекты ТР получили положительную оценку, прошли согласования в министерствах. Затем были подготовлены справки анализа регулятивного воздействия (АРВ), в которых просчитывались преимущества и риски от введения нового нормативного документа, и проекты были направлены в правительство. Авторы этой статьи были председателем и зам. председателя рабочих групп по разработке ТР КР «О безопасности бутилированных природных минеральных, природных питьевых и столовых вод», и членами рабочих групп по разработке других 5 ТР, а также ТР «Мед и продукты пчеловодства».

Кроме участия в рабочих группах сотрудники НПО «Профилактическая меди-

цина» были задействованы в экспертных комиссиях. Профессор О.Т. Касымов возглавил экспертную комиссию по техническому регламенту «Требования к безопасности пищевых продуктов и процессов их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации». Профессор Г.В. Белов вошел в экспертные комиссии по техническим регламентам «Требования к безопасности изделий медицинского назначения», «О безопасности изделий медицинского назначения для лабораторной диагностики в искусственных условиях (*in vitro*)». Т.Э. Кучук участвовала в разработке ТР «О безопасности изделий медицинского назначения для лабораторной диагностики в искусственных условиях (*in vitro*)». Проф. М.К. Эсенманова вошла в экспертные комиссии по техническим регламентам по нескольким группам продуктов питания, разрабатываемых Агротехпроектом. ТК 02 действующий при институте «Агротехпроект» разработал к 2012 году еще 6 ТР Кыргызской Республики. Они вместе с ТР «Требования к безопасности пищевых продуктов и процессов их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации» полностью перекрывают все вопросы гигиены пищевой и перерабатывающей промышленности. Можно сказать, что при отмене в Кыргызской Республике по принципу гильотины ГОСТов, СанПиНов, ведомственных нормативных правил нормативного вакуума не произошло, и производители и контролирующие органы получили минимальные обязательные требования к безопасности пищевых продуктов. После введения ТР действующие до того нормативные документы ГОСТы, СаПиНы и СНиПы подлежали отмене, что упрощало работу производителей и контролирующих органов.

Следует отметить, что разработкой ТР в эти годы интенсивно занимались все постсоветские страны. Однако ТР, разработанные в Кыргызстане, не являются компиляцией стандартов разных стран [7, 9, 10, 11, 14, 17]. Особенно это относится к стандартам на экспортно-ориентированную продукцию: бутилированную воду, мед, мясо, сухофрукты, молоко. Эти продукты произведенные в Кыргызстане отличаются разнообразием и экологической чистотой, имеют свою специфику. Например: мясо яков требует других критериев оценки качества, нежели мясо коров, находящихся на стойловом содержании. Для идентификации горного меда также нужны особые критерии. Чистота подземных вод Кыргызстана, имеющих ледниковое происхождение, требует выделения природных питьевых вод высшего качества

из всех питьевых вод, допускаемых к розливу. О проекте ТР «О безопасности бутилированных природных минеральных, природных питьевых и столовых вод» мы докладывали на научно-практических конференциях в России и Казахстане [2, 3], и наши коллеги отметили ряд преимуществ нашего проекта по сравнению с Техническими регламентами по бутилированной (упакованной), действующих на тот момент в их странах [15, 16]. Поэтому ТР КР «О безопасности бутилированных природных минеральных, природных питьевых и столовых вод», «Мед и продукты пчеловодства» были приняты за основу при разработке ТР ЕврАзЭС «О безопасности бутилированных вод», «Мед и продукты пчеловодства» [6]. Проф. Г.В. Белов возглавил рабочую группу интеграционного комитета ЕврАзЭС по разработке ТР ЕврАзЭС «О безопасности бутилированных вод». Было проведено 7 заседаний рабочей группы в Москве, получено более 30 писем от департаментов санэпиднадзора и научно-исследовательских институтов стран ЕврАзЭС, удалось согласовать весь текст и приложения ТР. Осенью 2011 года ТР ЕврАзЭС «О безопасности бутилированных вод» был в интернете для общественного обсуждения. Предполагаемый срок принятия ТР на Межгоссовете ЕврАзЭС был определен на декабрь 2011 г.

Однако затем после вступления Россия в ВТО осенью 2011 года произошли определенные политические изменения. Полномочия ЕврАзЭС закончились. В 2012–2015 годах действовал Таможенный союз, в который Кыргызстан не входил.

В рамках Таможенного союза было решено разрабатывать собственные ТР.

ТР ЕврАзЭС «О безопасности бутилированных вод» остался неутвержденным. Вместо него была запланирована разработка ТР ТС «О безопасности питьевой воды», расфасованной в емкости, включая минеральные воды», в рабочую группу представители Кыргызстана не вошли. По плану данный ТР должен был утверждаться в 2013 году, но до сих пор не согласован даже внутри Российской Федерации. После образования Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и вступления в него Кыргызской Республики нам этот документ поступил для обсуждения по названию ТР ЕАЭС «О безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости, включая минеральные воды». Мы направили свои замечания, в которых предложили вернуться к определениям видов бутилированных вод, по которым был достигнут консенсус в проекте ТР ЕврАзЭС 2011 года.

Дальнейшее развитие технического регулирования в Кыргызской Республике заставило пересмотреть ТР «О безопасности бутилированных природных минеральных, природных питьевых и столовых вод», принятый в апреле 2011 года первым из ТР в области гигиены питания, особенно главы 3 – Оценка соответствия бутилированной продукции требованиям настоящего технического регламента и 5 – Ответственность. Так как многие юридические положения этих глав были модульными для всех ТР, принятыми позже в 2013 году. Однако принятие новой редакции ТР было отложено, в связи со вступлением Кыргызстана в ЕАЭС.

На сегодняшний день с нормативным обеспечением пищевой и перерабатывающей промышленности сложилась сложная ситуация. До сих пор не утверждены ряд ТР ЕАЭС, кроме ТР ЕАЭС «О безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости», это еще «О безопасности безалкогольных напитков», и ряд других ТР ЕАЭС.

Продукция из Кыргызстана не маркируется знаком ЕАС, у нас не введена регистрация товаров, как это прописано в ТР ТС и ТР ЕАЭС. При разработке ТР мы делали анализ регулятивного воздействия. Ожидалось, что производители получат значительную экономию при переходе на ТР. В результате принятия технического регламента «О безопасности бутилированных природных минеральных, природных питьевых и столовых вод» должны были повыситься шансы выхода бутилированной продукции на экспорт. Выгоды для государства и производителей, если бы мы экспортировали хотя бы 10% производимой продукции, составили бы 1–2 миллиарда сомов ежегодно [2]. Общий экономический эффект от принятия ТР «О безопасности питьевой воды» по расчетам должен был составить более 300 млн сомов без учета инфляции и затрат на лечение других заболеваний, связанных с употреблением недоброкачественной питьевой воды [3]. АРВ по ТР КР «О безопасности безалкогольных напитков» показал, что импортируемые безалкогольные продукты продаются на 60–300% дороже отечественных. Только выравнивание по цене при активной маркетинговой политике отечественных производителей Кыргызстана – при том же покупательском спросе могло бы дополнительно принести не менее 30 млн сомов, а в связи с тем, что спрос ежегодно увеличивается не на проценты, а в разы, эта цифра также будет расти.

АРВ по ТР КР «Гигиена производства пищевых продуктов» показал, что ожидается положительное воздействие на широкий

круг экономических агентов и может иметь существенный социальный эффект:

- укрепление экономики и обеспечение устойчивого развития страны за счет повышения производительности труда и увеличения рабочих мест;
- снижение уровня бедности;
- повышение имиджа страны на международном рынке производителей продуктов питания;
- расширение сферы туристического бизнеса;
- увеличение поступления налоговых отчислений, связанных с повышением качества и конкурентоспособности продукции;
- улучшение здоровья населения, снижение издержек здравоохранения, уменьшения расходов на социальное страхование;
- улучшение демографических показателей (снижение уровня детской смертности от острых кишечных инфекций).

К сожалению, в Кыргызстане возник нормативный вакуум от остановки разработки собственных ТР КР и медленной подготовки к переходу на ТР ЕАЭС.

#### Список литературы

1. Абдикаримов С.Т., Давыдова Л.Н. Анализ регулятивного воздействия к проекту Закона Кыргызской Республики «Общий технический регламент «О безопасности питьевой воды» // Медицина Кыргызстана. – 2009. – № 6. – С. 53–60.
2. Белов Г.В., Азыкбекова Г.К. Бутылированные минеральные воды Кыргызстана: биологический потенциал, природные ресурсы, проблемы производства // Здоровье и болезнь (Казахстан). – 2009. – № 2 (78). – С. 47–48.
3. Белов Г.В., Джолочиева М.К., Азыкбекова Г.Р., Султанмуратов М.Т. О техническом регламенте Кыргызской Республики «О безопасности бутылированных природных минеральных, природных питьевых и столовых питьевых вод» / Г.В. Белов, // Здоровье нации – Основа процветания России: Материалы V Всероссийского научного форума. – Москва. – 2009. – С. 19–20.
4. Белов Г.В. Анализ регулятивного воздействия к проекту Закона Кыргызской Республики «Технический регламент «О безопасности бутылированных природных минеральных, природных питьевых и питьевых столовых вод» // Медицина Кыргызстана. – 2009. – № 6. – С. 61–68.
5. ГОСТ Р 52109-2003 Вода питьевая, расфасованная в емкости.
6. График разработки первоочередных технических регламентов Евразийского экономического сообщества / Утвержден Решением Межгоссовета ЕврАзЭС (на уровне глав правительств) от 11 декабря 2009 года № 473.
7. Директива 2009/54/ЕС Европейского парламента и совета от 18 июня 2009 по эксплуатации и маркетингу природных минеральных вод.
8. Закон Кыргызской Республики «Об основах технического регулирования в Кыргызской Республике».
9. Кодекс международных норм и правил Основные принципы пищевой гигиены. САС/ RCP 1-1969. Rev. 2-1985.
10. Кодекс по гигиенической практике для бутылированных / упакованных питьевых вод. САС/RCP 48-2001.
11. Общий стандарт для бутылированных / упакованных питьевых вод (отличных от минеральных вод) CODEXSTAN 227-2001.
12. Постановление Правительства Кыргызской Республики от 12 января 2006 года № 11 «О Программе разработки первоочередных технических регламентов на 2006–2007 годы».
13. Постановление Правительства Кыргызской Республики от 24.08.07 г. № 364 «О Программе разработки технических регламентов на 2007–2009 годы».
14. Стандарт кодекса на природные минеральные воды. CODEXSTAN 108-1981.
15. Технический регламент Республики Казахстан «Требования к безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости», Астана, 2008.
16. Федеральный закон – Технический регламент «Требования к безалкогольной продукции, природным минеральным и столовым водам, процессам их производства, хранения, перевозки». – М., 2009.
17. Council Directive of 3 november 1998 relating to quality of water intended for human consumption. DirectiveEEC 98/83/EC.

УДК 616.12-008.331.1-02-07

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ ПО ДАННЫМ ТОМОГРАФИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ВЫБОР ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ

<sup>1</sup>Лукьянёнок П.И., <sup>1</sup>Усов В.Ю., <sup>2</sup>Семенов С.Е., <sup>2</sup>Портнов А.М.

<sup>1</sup>ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Научно-исследовательский институт кардиологии, Томск, e-mail: lukans@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово

Артериальная гипертония остаётся значимым заболеванием, распространённость которой в России в конце 90 годов прошлого столетия составляла 17–30% от численности всего взрослого населения, а к 2010г по ряду причин, прежде всего отождествление АГ и гипертонической болезни со стороны эпидемиологов – привело к кратному увеличению числа больных ГБ. Картина структуры заболеваемости стала существенно меняться с внедрением мультиспиральной компьютерной (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ), ультразвуковых методов исследования церебральных сосудов и сердца, динамической скинтиграфии. Как показали наши исследования, при поиске причинно-следственных связей возникновения АГ, диагноз ГБ у 60–70% больных снимается, поскольку выясняется какая-нибудь явная причина гипертонии, указывающая на симптоматическое АД и требующее не стандартного, а индивидуализированного подхода, кардинально меняющего тактику ведения пациента.

**Ключевые слова:** гипертоническая болезнь, артериальная гипертония, тактика ведения и обследования больных АГ, МСКТ, МРТ, симптоматические гипертонии

## STRUCTURE AND FUNCTIONAL EVALUATION OF BRAIN IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION ACCORDING TO DIAGNOSTIC IMAGING AND ITS INFLUENCE ON CHOICE OF TREATMENT TACTICS

<sup>1</sup>Lukyanenok P.I., <sup>1</sup>Usov V.Yu., <sup>2</sup>Semenov S.E., <sup>2</sup>Portnov A.M.

<sup>1</sup>Federal State budgetary scientific establishment «Tomsk national research medical center, Russian Academy of Sciences» «Research Institute of Cardiology», Tomsk, e-mail: lukans@yandex.ru;

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution «Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases», Kemerovo

Hypertension remains significant disease incidence which in Russia at the end of 90 years of the last century was 17–30% of the total adult population, and by 2010 for a number of reasons, particularly the identification of AG and hypertension by epidemiologists-led to a multiple of the increase in the number of patients with essential hypertension. Picture of the structure of morbidity became vary significantly with the introduction of the multyspiral CT and magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound methods for studying cerebral vessels and heart, dynamic scintigraphy. According to our research, searching for causal relationships arise AG, 60–70% have essential hypertension diagnosis of patients is eliminated, since it turns out any explicit cause hypertension, indicating symptomatic AD and requires no standard and individualized approach, drastically changing the patient's tactics.

**Keywords:** essential hypertension, arterial hypertension, management and examination of patients with AH, MSCT, MRI, symptomatic hypertension

Артериальная гипертония продолжает оставаться одним из наиболее часто встречающихся заболеваний, распространённость которой в России в конце 90-х годов достигала 17–30% от численности всего взрослого населения [1]. Ещё более высокие значения распространённости АГ были получены по результатам репрезентативной выработки стандартизованной по возрасту, где АГ составила: среди мужчин 39,2%, женщин – 41,1% [2]. Дальнейший мониторинг АГ в 2000–2010 гг. указывал, что распространённость АГ по-прежнему возрастала до 36,9% у мужчин и 42% у женщин [3, 6], и даже некоторые авторы показывали, что АГ увеличивается с возрастом: после 60 лет она достигает 60%,

а после 80 лет – приближается к 80% [4, 7]. Этот прирост заболеваемости, на наш взгляд, обеспечивался за счет изменения критериев постановки диагноза АГ в сторону их занижения, частично консолидацией мнений медицинской общественности, эпидемиологов с целью привлечения внимания правительства к созданию профилактических программ, направленных на выявление и лечение АГ [3, 8].

Между тем больные с АГ представляют собой гетерогенную группу, различающуюся по нозологическим формам, лежащим в её основе, длительности гипертонии. Чисто эпидемиологический подход и большинство рекомендаций по ведению больных АГ, как правило, не упоминают

о причинно-следственных связях при АГ и, следовательно, уводят врачей в сторону от этиологического компонента диагноза. С одной стороны – всеми признается, что среди органов-мишеней, страдающих при АГ, основными являются сердце, почки и головной мозг, с другой стороны – в эпидемиологических и фармакологических исследованиях нет детализации этиологической составляющей, особенно если эти исследования многоцентровые и направленные на факт снижения АД от проводимой терапии, а не изучения причинно-следственных связей. Картина структуры заболеваемости стала существенно меняться с внедрением мультиспиральной компьютерной (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ), ультразвуковых методов исследования церебральных сосудов и сердца, динамической сцинтиграфии. Именно они способствуют получению новых данных об изменениях структуры, метаболизма и функций мозга при различных формах цереброваскулярной патологии, в том числе при артериальной гипертензии. Особое внимание исследователей в последние годы привлекают структурные изменения головного мозга при АГ, описания МРТ-признаков поражения головного мозга, в том числе перфузии и диффузионно-взвешенных изображений. Внедрение данных методов исследования в клиническую практику позволило на ранних стадиях исключать большинство форм симптоматических гипертензий. Если раньше считалось, что их вклад в развитие ГБ составляет всего 7–12% от общего числа больных АГ [8], то в проведенном нами исследовании, включавшем более 5000 больных, процент симптоматических форм фактически возрастает до 60%. Поскольку практически в каждом конкретном случае, при детализации МРТ исследований с учетом проведения ангиопротоколов (как артериальных, так и венозных), оценки гипоталамо-гипофизарных взаимоотношений, структуры почек и надпочечников, различных сосудистых бассейнов удается установить ту или иную причину гипертензии. Мы всё больше приходим к пониманию того, что не существует АГ без какой-либо этиологической компоненты, отчего круг эссенциальной гипертензии как таковой значимо сужается. С одной стороны, мы признаем, что АГ ведет к каскаду изменений в сосудистом русле, с другой, не хотим принять во внимание, что сам факт повышения АД часто бывает компенсаторным, направленным на усиление потока крови и доставки кислорода к пострадавшим тканям, что особенно характерно для головного мозга. Факт венозного оттока

крови, применительно к церебральным сосудам, а также нарушения ликвородинамики, зачастую игнорируется вообще кардиологами, поскольку соотносится большей частью с другой специальностью – сосудистой хирургией либо неврологией. Следует помнить, что у больных ГБ не гипертоническая болезнь является причиной стеноза, например сонных артерий выявляемых на МРТ, а сами стенотические изменения за счет атеросклероза меняют гемодинамику, становятся гемодинамически значимыми факторами компенсаторного повышения АД. У пациентов с ишемической болезнью сердца и сопутствующей гипертонической болезнью при относительной сохранности фракции выброса наблюдается гипоперфузия в зонах кровоснабжения передней мозговой артерии, дистальных корковых ветвей средней артерии, центральных мелких ветвей средней мозговой артерии, а также задней мозговой артерии по данным перфузионной компьютерной томографии. То же самое можно сказать и о нарушениях венозного оттока, особенностях формирования артерий в краниовертебральном переходе. Так, проанализировав более 100 пациентов с МРТ-венографией у больных АГ, мы выявили ослабление сигнала потока от верхнего сагиттального синуса у 83% пациентов, поверхностные вены мозга были расширены у 92 больных (88%), что указывало на затруднение венозного оттока. У большинства больных (77%) отмечалась асимметрия поперечных и сигмовидных синусов. При этом сигнал потока от правого поперечного и сигмовидного синусов был преимущественно выражен в сравнении с противоположной стороной у (42%) обследованных пациентов, аналогичный показатель слева – у (35%). При этом у 5 больных были выявлены признаки тромботического поражения поперечных и сигмовидных синусов – отсутствие сигнала потока от синуса с одной стороны, при усилении его с контралатеральной. В анамнезе у этих больных в двух случаях были черепно-мозговые травмы, в трёх – хронические одно- или двухсторонние отиты. В таких ситуациях, на наш взгляд, речи о наличии ГБ уже не должно идти, хотя исходно им именно такой диагноз и ставился.

Если рассматривать эндокринные причины АГ, то в наших случаях, из обследованных нами больных (n = 589, М-276, Ж-313, средний возраст  $47 \pm 17,3$ ), объемные образования надпочечников, требующие хирургического вмешательства, были отмечены у 74 больных, что составило 12,5%. В 60 случаях это были аденомы надпочечников, в 14 – феохромоцитомы

(Ж-9, М-5). Аденомы примерно в равной степени локализовались в обоих надпочечниках. Вместе с тем следует отметить, что 27% больных ГБ изменений со стороны надпочечников отмечено не было. Не редкость и у больных с выставленным диагнозом ГБ на начальном этапе и гипопаратиреозные нарушения, особенно в группах пациентов с гиперпролактинемиями и ожирением. У таких больных резко возрастает число выявленных аденом гипофиза, немалая часть из которых потребовала хирургического или эндокринологического подхода в лечении (27,5%).

Частота выявления фокальных повреждений белого вещества головного мозга при АГ достигает 65%, а латентных лакунарных инфарктов – 19%. Ещё более разительный контраст для мелкофокальных повреждений, размер которых не превышает 2–3 мм. Их частота может достигать 85% даже у пациентов с начальными стадиями артериальной гипертонии. Структурные изменения мозга у этих пациентов могут существенно опережать клинические проявления цереброваскулярной патологии, выраженность которой незначительна, но уже может объяснять происхождение симптомокомплекса связанного с головной болью и головокружением.

Как видим, из изложенного, с учетом развития томографических методов диагностики кратно возрастает и выявление симптоматических форм АГ, требующих не стандартного, а избирательного, индивидуального подхода с учетом этиологического компонента гипертонии. МРТ прочно зарекомендовала себя как высокоинформативный метод в исследованиях головного мозга, гипоталамо-гипофизарной и сердечно-сосудистой системы, почек, надпочечников и др. [4, 10]. Уже накоплен опыт применения МРТ у больных с различными формами АГ, показано значение этого метода в общем комплексе обследования больных с рефрактерной и злокачественной АГ. Постоянное совершенствование метода, использование парамагнитных контрастных средств (МРКС) позволяют повысить диагностическую ценность метода у больных АГ. Так программы МР-ангиографии позволяют не инвазивным способом оценить состояние аорты, магистральных артерий и вен [9], применение внутривенного введения контраста в сочетании с быстрыми последовательностями позволяет оценить функциональное состояние органов [5, 9].

Введение функциональной МРТ в клиническую практику представляется одним из важнейших достижений последнего вре-

мени. В современной литературе накапливаются сведения о диагностической ценности новых МРТ методик в общем комплексе инвазивных и неинвазивных методов обследования (УЗИ, радиоизотопных, рентгено-томографических и ангиографических) у больных с различными формами АГ. Использование различных методик МРТ и МСКТ дает уникальную возможность одновременно оценить морфологическую структуру органа, состояние его сосудистого русла и функциональные особенности, диффузионно-взвешенные изображения и взаимоотношения с перфузией органов, не прибегая к сложным инвазивным исследованиям. Это позволяет диагностировать органые расстройства уже на ранних стадиях, что значительно повышает роль данных методов в выявлении причинно-следственных связей при АГ и влияет на выбор тактики лечения.

#### Список литературы

1. Арабидзе Г.Г., Белоусов Ю.Б., Варакин Ю.А. и др. Диагностика и лечение артериальной гипертонии // Методические рекомендации. – М., 1997. – 55 с.
2. Жуковский Г.С., Константинов В.В., Варламова Т.А., Капустина А.В. Артериальная гипертония: эпидемиологическая ситуация в России и других странах // РМЖ. – 1997. – № 9. – С. 2. Оригинальная статья опубликована на сайте РМЖ (Русский медицинский журнал): [http://www.rmj.ru/articles/kardiologiya/arterialnaya\\_gipertoniya\\_epidemiologicheskaya\\_situaciya\\_v\\_rossii\\_i\\_drugih\\_stranah/#ixzz4il7ZaJg3](http://www.rmj.ru/articles/kardiologiya/arterialnaya_gipertoniya_epidemiologicheskaya_situaciya_v_rossii_i_drugih_stranah/#ixzz4il7ZaJg3).
3. Шальнова С.А. Артериальная гипертония и оценка суммарного риска: результаты эпидемиологического мониторинга гипертонической болезни / С.А. Шальнова, А.Д. Деев, В.В. Константинов // Consilium Medicum. – 2007. – № 9 (11). – С. 31–34.
4. Лукьяненок П.И. Современные подходы в обследовании надпочечников методом магнитно-резонансной томографии у больных артериальной гипертонией // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12–8. – С. 1424–1432.
5. Семенов С.Е., Хромов А.А., Портнов Ю.М., Нестеровский А.В. Исследования перфузии при нарушениях церебрального кровообращения. Часть I (история, основные постулаты и методы изучения). Обзор // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2016. – Т. 5. № 1. – С. 95–102.
6. Оганов Р.Г. Эпидемиология артериальной гипертонии в России и возможности профилактики / Р.Г. Оганов // Терапевтический архив. – 2007. – Т. 69, № 8. – С. 66.
7. Маколкин В.И. Церебральные осложнения гипертонической болезни в практике терапевта // Лечащий врач. – 2009. – № 2. – С. 17–21.
8. Артериальная гипертония и профилактика инсульта // Пособие для врачей. Ощепкова Е.В., Варакин Ю.А., под рук. Арабидзе Г.Г., Верещагина Н.В., Суслиной З.А. – М., 1999. – 42 с.
9. Семёнов С.Е., Молдавская А.С., Семенов А.С., Барбараш Л.С. Критерии МР- и КТ-дифференциальной диагностики венозного и артериального инсульта // Мед. визуализация. – 2010. – № 6. – С. 41–49.
10. Лукьяненок П.И. Магнитно-резонансная томография при аденомах гипофиза, ассоциированных с гиперпролактинемиями. // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 7. – С. 176–177.

УДК 617.735: 616-006.487-073.756.8-08

**ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ  
В КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ВАРИАБЕЛЬНЫХ  
ПРОЯВЛЕНИЙ РЕТИНОБЛАСТОМЫ, ЕЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ,  
СТАДИРОВАНИИ И ВЫБОРЕ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ**

<sup>1</sup>Миненков Г.О., <sup>2</sup>Джунушалиев К.К., <sup>3</sup>Солодченко Н.В.

<sup>1</sup>Медицинский центр «ТОМЭКС», Бишкек;

<sup>2</sup>Национальный центр онкологии, Бишкек;

<sup>3</sup>Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек, e-mail: dr.snv@mail.ru

В данной статье авторы приводят данные проведенного анализа возможностей лучевых методов (мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография) исследования в комплексной диагностике патоморфологически верифицированной ретинобластомы у 29 пациентов, находившихся на обследовании и лечении в отделении опухолей головы и шеи национального центра онкологии г. Бишкек, Кыргызская Республика. Описана компьютерная (МСКТ) и магнитно-резонансно томографическая (МРТ) семиотика ретинобластом, ее вариабельные формы, интраокулярная, экстраокулярная и экстраорбитальная распространенность. Кроме того, данные компьютерной и магнитно-резонансной томографии позволили определить стадию развития опухоли и в зависимости от этого обоснованно выбрать методы лечения. Приведена сравнительная характеристика МРТ и МСКТ. Согласно результатам нашего исследования, при подозрении на ретинобластому обязательно использование лучевых методов исследования.

**Ключевые слова:** ретинобластома, диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография

**POSSIBILITIES OF MODERN VISUALIZATION METHODS IN COMPLEX  
DIAGNOSIS VARIABLE MANIFESTATION OF RETINOBLASTOMA, SPREADING,  
STAGING AND CHOOSING METHODS OF TREATMENT**

<sup>1</sup>Minenkov G.O., <sup>2</sup>Dzhunushaliev K.K., <sup>3</sup>Solodchenko N.V.

<sup>1</sup>Medical imaging center «TOMEX», Bishkek;

<sup>2</sup>National Center of Oncology, Bishkek;

<sup>3</sup>Kyrgyz State Medical Academy I.K. Akhunbayeva, Bishkek, e-mail: dr.snv@mail.ru

In this article, the authors present the results of an analysis of the possibilities of radial methods (multispiral computed tomography, magnetic resonance imaging) in a complex diagnosis of pathomorphologically verified retinoblastoma in 29 patients who were on examination and treatment in the head and neck tumors of the National Oncology Center in Bishkek, Kyrgyz Republic. A computer (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) semiotics of retinoblast, its variable forms, intraocular, extraocular and extraorbital prevalence are described. In addition, the data of computer and magnetic resonance tomography made it possible to determine the stage of the development of the tumor and, depending on this, reasonably choose the methods of treatment. The comparative characteristics of MRI and MSCT are given. According to the results of our study, when suspected of retinoblastoma, it is mandatory to use radiation methods of investigation.

**Keywords:** retinoblastoma, diagnosis, computed tomography, magnetic resonance tomography

Ретинобластома (РБ) – высококодифференцированная первичная злокачественная опухоль, растущая из нейроэктодермальной ткани сетчатки. РБ может встречаться спорадически (100% случаев односторонней опухоли) или быть наследственным заболеванием (85% случаев двустороннего поражения). Для семейной ретинобластомы характерен аутосомно-доминантный тип наследования. Происходит инактивация обеих аллелей гена Rb1 в 13q14 хромосоме. РБ составляет 2–5% от всех злокачественных новообразований у детей. Частота поражения – 1: 20000 новорожденных. Более 90% пациентов – дети в возрасте до 5 лет [1, 3]. Несмотря на наличие различных инструментальных и лучевых методов диагностики РБ, большинство детей поступают

на обследование и лечение в специализированные центры с запозданием во II–III и IV стадиях развития процесса. Это объяснимо низкой онкологической настороженностью, прежде всего, педиатров и семейных врачей, недостаточным знанием проблемы, а также диагностических возможностей лучевых методов исследования [2, 4, 5].

**Материалы и методы исследования**

За период времени с 2011 по 2016 год нами обследовано 29 пациентов с впервые диагностированной РБ, прошедших курс лечения в Национальном центре онкологии Кыргызской Республики. Из них 17 мальчиков и 12 девочек в возрасте от 9 месяцев до 7,7 лет. Одностороннее поражение было выявлено у 22 пациентов, двустороннее – у 7 пациентов.

Всем пациентам, кроме общеклинического обследования, внешнего осмотра глаза, биомикро-

скопии с помощью щелевой лампы и непрямой офтальмоскопии было выполнено ультразвуковое исследование (УЗИ) и компьютерная томография (КТ). 16 детям дополнительно была выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ). КТ-исследование выполнялось на аппарате Neusoft NeuViz 16SL, КНР, толщиной среза 2 мм, МРТ исследование – на томографе Neusoft Superstar, КНР, толщиной среза 5 мм.

При анализе данных КТ и МРТ исследования, мы обращали внимание на структуру опухоли, наличие кальцинатов, их количество, размер и форму, границы опухолевого инфильтрата, наличие или отсутствие отслойки сетчатки, поражение интраорбитальных и экстраорбитальных структур. Кроме того, нас интересовало наличие или отсутствие интракраниального распространения неопластического инфильтрата.

По общепринятым показаниям 8 пациентам проведено КТ-исследование с внутривенным контрастным усилением (йодиксол, 40 мл, 300 мг йода/мл), 6 – МРТ с внутривенным контрастированием (гадолиамид, 15 мл, 287 мг/мл).

### Результаты исследования и их обсуждение

Клинически, у всех пациентов была выявлена лейкокория с изменением цвета зрачкового рефлекса с красного на белый и формированием так называемого «амвротического кошачьего глаза». У 4 пациентов было выявлено косоглазие, что обусловлено локализацией опухоли в области фовеолы. При получении клинических и инструментальных данных подозрительных на РБ пациентам выполнялось УЗИ. Оно позволило предварительно дифференцировать РБ от неопухолевых образований и визуализировать внутриглазное образование сетчатки округлой, либо овальной формы, с отложением в нем солей кальция.

Использование данных КТ и МРТ исследований дало возможность описать КТ-семиотику РБ, а также определить различные варианты интраокулярного типа роста РБ и экстраокулярную ее распространенность.

На нативных компьютерных томограммах РБ определяется как объемное образование, неоднородно-мягкотканной плотности от +52,8 ед.Н. до +69,8 ед.Н., с нечеткими, неровными контурами, имеющее различную форму и размер. В большинстве случаев (24 пациента, 82,7%) на КТ в толще РБ определяются очаги кальцинации. КТ-характеристика внутриопухолевых кальцинатов не отличается идентичностью. Кальцинаты могут быть единичные и множественные, односторонние или двухсторонние. Единичные кальцинаты, как правило, встречались в 2 вариантах: округлые и неправильной формы, занимающие более половины глазного яблока. Множественные кальцинаты, были представлены в виде точечной каль-

цинации, либо в виде нескольких очагов, различной формы, не соприкасающиеся друг с другом. После проведения внутривенного контрастирования отмечается значительное, относительно гомогенное накопление контрастного вещества тканью РБ до +88,1 ед.Н. Костные структуры орбиты, как правило, были без остеодеструктивных изменений.

РБ при МРТ исследовании в T<sup>2</sup>W режиме сканирования гипоинтенсивна по отношению к стекловидному телу, а на T<sup>1</sup>W-умеренно гиперинтенсивна. В T<sup>1</sup>W режиме, выполненном с контрастным усилением, отмечается относительно равномерное накопление контрастного препарата. В 1 наблюдении была диагностирована отслойка сетчатки экссудативного, в 3 – геморрагического характера. В T<sup>2</sup>W и T<sup>1</sup>W режимах сканирования она проявляется субретинальным сигналом в виде полулунной формы участка, МР-характеристики которого зависят от характера патологического содержимого.

В случаях экстраокулярной и экстраорбитальной распространенности КТ и МРТ позволяют визуализировать инфильтрацию окружающих мягкотканых и жировых структур, а также наличие либо отсутствие периневрального роста вдоль зрительного нерва. В 3 наблюдениях экстраорбитального распространения было выявлено расширение верхнеглазничной щели. Также по данным КТ и МРТ исследований оказалось возможным определить преимущественный характер роста РБ вдоль сетчатки: эндофитный, экзофитный, диффузный либо смешанный. Сравнительная характеристика КТ и МРТ семиотики в диагностике РБ представлена в соответствующей таблице.

Эндофитный рост РБ с распространением инфильтрата в стекловидное тело был диагностирован у 8 пациентов, экзофитный рост с субретинальным распространением и отслойкой сетчатки – у 4 пациентов. Диффузная форма с относительно равномерным ростом вдоль сетчатки в виде бляшки была выявлена у 11 пациентов, смешанная форма в виде различных сочетаний вышеописанных форм – у 6.

В одном нашем наблюдении в сетчатке правого глазного яблока визуализируется эндофитная форма роста в виде «шляпки гриба», по периферии которого выявляется единичный, закругленной формы кальцинат. В сетчатке левого глазного яблока определяется диффузная форма опухоли в виде инфильтрата полулунной формы, деформирующей форму глазного яблока (рис. 1).

Сравнительная характеристика КТ и МРТ семиотики в диагностике ретинобластом

Диагностические критерии ретинобластомы	Метод исследования	
	КТ	МРТ
Структура	Неоднородная, как правило, с наличием кальцинатов	
Плотность на КТ, интенсивность сигнала на МРТ	При нативном сканировании до +69,8 ед.Н., после контрастирования – относительно однородное повышение до +88,1 ед.Н.	По отношению к стекловидному телу – в T <sup>1</sup> W – умеренно неоднородно гиперинтенсивный, в T <sup>2</sup> W – неоднородно гипоинтенсивен
Характеристика внутриопухолевых кальцинатов	Единичные или множественные, одно- или двухсторонние, различной формы (округлые и неправильной формы) и размеров, от точечных до занимающих более половины объема глазного яблока	Не оценивается
Характеристика состояния сетчатки глазного яблока	Не оценивается	В T <sup>1</sup> W и T <sup>2</sup> W режимах отслойка сетчатки проявляется субретинальным сигналом, как правило, полукруглой формы, интенсивность которого зависит от характера патологического содержимого
Границы	Как правило, нечеткие до контрастирования, четкие, неровные или закругленные – после контрастирования	
Форма	При эндофитной – в виде «шляпки гриба» При экзофитной – полукруглая, как правило, с отслойкой сетчатки При диффузной – в виде бляшки, растущей вдоль сетчатки При смешанной – различная	
Состояние костных структур орбиты	Как правило, не изменены. При экстраорбитальном распространении может регистрироваться расширение верхней глазничной щели	
Характер поражения мягкотканых структур	Инфильтрация, часто тропность к периневральному росту при поражении зрительного нерва	



Рис. 1. Пациент М., 3 лет, с двухсторонней РБ. КТ-исследование выполнено в аксиальной плоскости на уровне средних третей орбит

В другом нашем наблюдении с обширным односторонним распространением РБ весь объем глазного яблока слева выполнен неопластическим инфильтратом, накапливающим контрастное вещество до +88,1 ед.Н. (КТ-плотность при нативном КТ-

сканировании составляла до +66,3 ед.Н.). В центральных отделах опухоли выявляется округлой формы единичный кальцинат, округлой формы. Отмечается экстраокулярное распространение РБ в орбиту, по ходу зрительного нерва (периневральный

рост) с расширением верхнеглазничной щели. Также визуализируется экстраорбитальный неопластический инфильтрат в полностью-базальных отделах височной доли головного мозга и мягких тканях височной области слева (рис. 2).

обходимо обращать внимание на изменение цвета зрачка, косоглазие. При обнаружении клинических признаков, подозрительных на РБ, необходимо проведение УЗИ, КТ и МРТ исследований, при необходимости с внутривенным контрастированием.

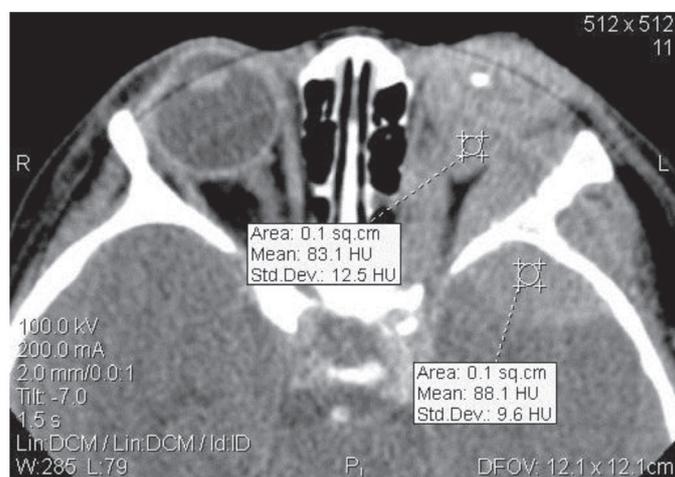


Рис. 2. Пациент К., 2,5 года, с левосторонней РБ. КТ-исследование выполнено в аксиальной плоскости на уровне средних третей орбит после внутривенного контрастирования

Тактика лечения РБ напрямую зависит от стадии развития опухоли и распространенности процесса. В этом существенную помощь оказывают данные КТ и МРТ исследований. I стадия развития опухолевого процесса в наших наблюдениях не встретилась. II стадия была диагностирована у 4 пациентов, III – у 7 (в целом 38%). У 9 пациентов была выявлена IIIA стадия, IIIB – у 6 (в целом 51,7%). IV стадия развития РБ верифицирована у 3 пациентов (10, 3%).

На основании данных лучевых методов исследования и, прежде всего КТ и МРТ, радикальное лечение, включающее в себя различные комбинации хирургического, лучевого и химиотерапевтического методов лечения в зависимости от IIА, IIВ или IIIА стадии развития опухоли, было проведено 20 пациентам (69%). При IIВ и IV стадиях развития РБ (9 пациентов, 31%) родителям пациентов предложено условно радикальное лечение, включающее в себя частичную экзентерацию орбиты в комплексе с химиолучевой терапией, которое было проведено 6 пациентам (21%). 3 пациента из этой группы отказались от предложенного лечения (10%).

### Заключение

Поскольку РБ является наиболее часто встречающейся внутриглазной опухолью у детей до 5 лет, при наружном осмотре не-

Данные КТ-исследования позволяют выявить и описать очаги кальцинации, которые являются типичными, но не патогномоничными для РБ. При подозрении на отслойку сетчатки в комплекс исследований необходимо включать МРТ. Использование данных КТ и МРТ исследований позволяют проследить как интраокулярную, так экстраокулярную и экстраорбитальную распространенность поражения, определить характер роста вдоль сетчатки и стадию развития РБ, что позволяет обоснованно выбрать методы лечения. Таким образом, представленные возможности КТ и МРТ исследований в комплексном обследовании РБ, включая описанную семиотику, позволяют рекомендовать их использование в практической работе лучевых диагностов и онкологов.

### Список литературы

1. Бегимкулова А.С. Анализ заболеваемости и результаты лечения ретинобластомы // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2011. – № 4. – С. 39–41.
2. Делягин М.Б., Мельникова М.Б., Герберг А.М. Ретинобластома – диагностика внутриглазных опухолей у детей // Sonoage-Ultrasound. 2006. – № 15. – С. 42–47.
3. Труфанов Г.Е., Бурлаченко Е.П. Лучевая диагностика заболеваний глазницы. – СПб.: «Элби-СПб», 2009. – С. 102–107.
4. Heander C., Fu L.S., Pena A. Impact of an education program on late diagnosis of retinoblastoma in Honduras // Pediatric Blood Cancer. – 2007. – Vol.46. – № 6. – P. 817–819.
5. Shields J., Shields C. Retinoblastoma. In P. Gallin (Ed.) Pediatric ophthalmology, Thieme Medical Publishers. – New York, 2005. – P. 284–294.

УДК 616-002.5:576.8

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕКАРСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТУБЕРКУЛЕЗА В 2016 ГОДУ

<sup>1</sup>Токтогонова А.А., <sup>1</sup>Муканбаев К.М., <sup>1</sup>Чонорова О.А., <sup>2</sup>Ким Т.М.

<sup>1</sup>Национальный центр фтизиатрии, Бишкек;

<sup>2</sup>Международная высшая школа медицины, Бишкек, e-mail: atyrkul7@gmail.com

Проведен анализ распространенности МЛУ ТБ среди новых случаев и ранее леченных случаев ТБ в Кыргызской Республике по данным 2016 года. Были изучены результаты тестов на лекарственную чувствительность (ТЛЧ) возбудителя ТБ по данным Национальной референс-лаборатории при НЦФ, бактериологических лабораторий г. Бишкек и г. Ош, проводящие ТЛЧ по регионам Кыргызской Республики в 2016 году. В Кыргызской Республике в 2016 году доля случаев с множественными лекарственно-устойчивыми (МЛУ) штаммами возбудителя туберкулеза (ТБ) среди новых случаев ТБ составляет 21,9%, рецидивов – 49,2%, а среди ранее леченных случаев – 51,8%. Сохраненная чувствительность микобактерий туберкулеза к противотуберкулезным препаратам составляет 52,2% среди новых случаев ТБ, 28,1%, среди рецидивов ТБ и 17,8% среди ранее леченных случаев ТБ.

**Ключевые слова:** туберкулез, микобактерии туберкулеза, штаммы возбудителя туберкулеза, МЛУ ТБ, моно- и полirezистентность, РУ ТБ, ШЛУ ТБ, новые и ранее леченные ТБ

## CHARACTERISTICS OF MEDICINAL RESISTANCE OF THE TUBERCULOSIS IN 2016

<sup>1</sup>Toktogonova A.A., <sup>1</sup>Mukambaev K.M., <sup>1</sup>Chonorova O.A., <sup>2</sup>Kim T.M.

<sup>1</sup>National Center for Phthisiology, Bishkek;

<sup>2</sup>International Higher School of Medicine, Bishkek, e-mail: atyrkul7@gmail.com

The prevalence of MDR TB among new cases and previously treated cases of TB in the Kyrgyz Republic according to 2016 data is analyzed. The results of the drug susceptibility tests (DST) of the TB causative agent were studied according to the National Reference Laboratory at the NCF, bacteriological laboratories in Bishkek and Osh, conducting DST by regions of the Kyrgyz Republic in 2016. In the Kyrgyz Republic in 2016, the proportion of cases with multiple drug-resistant (MDR) strains of the causative agent of tuberculosis (TB) among new TB cases is 21,9%, relapses – 49,2%, and among previously treated cases – 51,8%. The preserved sensitivity of mycobacteria tuberculosis to antituberculosis drugs is 52,2% among new cases of TB, 28,1%, among relapses of TB and 17,8% among previously treated cases of TB.

**Keywords:** TB, mycobacterium tuberculosis, strains of the causative agent of tuberculosis, MDR-TB, mono- and multidrug resistance, RU TB, XDR TB, new and previously treated TB

В глобальной базе данных Всемирной организации здравоохранения по ТБ (2014 г.) расчетная доля случаев с МЛУ ТБ среди зарегистрированных новых случаев ТБ составила 19% (14–25) и ранее леченных – 49% (40–59) [1]. Самые высокие уровни МЛУ ТБ наблюдались в Восточной Европе и Центральной Азии, где в некоторых странах более 20% новых случаев ТБ и более 50% случаев с предшествующим лечением ТБ имели МЛУ ТБ [2]. По данным ВОЗ, Кыргызстан является одной из 27 стран мира с высоким бременем МЛУ ТБ, занимая в среднеазиатском регионе второе место после Казахстана, и уровень МЛУ ТБ составляет 32% среди новых случаев ТБ и 56% среди ранее леченных ТБ случаев за 2014 год [3]. Согласно данным национальной референс-лаборатории, количество лабораторно подтвержденных случаев МЛУ ТБ увеличилось с 438 в 2012 году до 960 случаев в 2015 году [4].

В связи с этим **цель нашего исследования** – провести анализ распространенности МЛУ ТБ среди новых случаев и ранее леченных случаев ТБ в нашей стране.

## Материалы и методы исследования

Нами были изучены результаты тестов на лекарственную чувствительность (ТЛЧ) возбудителя ТБ по данным Национальной референс-лаборатории при НЦФ, бактериологических лабораторий г. Бишкек и г. Ош, проводящие ТЛЧ по регионам Кыргызской Республики в 2016 году. Результаты тестов лекарственной устойчивости МБТ среди случаев с легочным ТБ по регионам республики в 2016 году представлены в таблице. Из 6377 больных легочным ТБ зарегистрированных за указанный период времени, 4282 (67,1%) больных были с новыми случаями туберкулеза, 1211 (19%) – с рецидивами, а ранее леченные – 884. Данные 2774 (43,5%) случаев с результатами посева были включены в исследование (у больных с новыми случаями ТБ – 1912/44,6%, рецидивами – 449/37,1% и ранее леченых – 413/46,7%), а у остальных исследования не проводились по различным причинам. Число случаев с результатами тестов лекарственной чувствительности составило 2642, т.е. охват тестами лекарственной чувствительности был равен 95,2%. С внелегочным туберкулезом были 1596 больных, среди них с культуральным исследованием были 693 (43,4%). Из них посев дал рост на твердых и жидких средах микобактерий туберкулеза в 268 случаях (38,7%), а тесты лекарственной чувствительности были проведены – в 250 (93,3%) случаях.

Статистическую обработку результатов выполнили с использованием пакета прикладных программ SPSS-16.0.

### Результаты исследования и их обсуждение

Среди 2642 больных с легочным туберкулезом имевших результаты теста лекарственной чувствительности у 1138 (43,1%) пациентов имело место сохранение чувствительности микобактерий туберкулеза (МБТ) и у 1504 (56,9%) различные виды штаммов с лекарственной устойчивостью.

Среди всех случаев ТБ наибольший удельный вес составляют штаммы возбудителя ТБ с сохраненной чувствительностью (43,1%), затем с МЛУ (32,7%) (таблица). Результаты тестов с монорезистентностью, полирезистентностью, рифампициноустойчивостью (РУ) и широкой лекарственной устойчивостью (ШЛУ) штаммов возбудителя туберкулеза составляют небольшое количество (12,5%, 11,4%, 0,4% и 2,7% соответственно штаммам). При сравнении значений статистически значимое различие было выявлено между чувствительными штаммами возбудителя ТБ и всеми типами лекарственной устойчивости (ЛУ) ( $P = 0,001$ ), за исключением МЛУ ТБ ( $P > 0,05$ ). Получена значительная прямая статистически значимая корреляционная связь ( $r < 0,7$ , при  $P < 0,01$ ) между штаммами микобактерий туберкулеза (МБТ) с сохраненной чувствительностью и монорезистентностью возбудителя ТБ: чем больше количество штаммов с сохраненной чувствительностью, тем больше штаммов с монорезистентностью. Между чувствительными штаммами ТБ и с множественной лекарственной устойчивостью установлена обратная очень сильная корреляционная связь:  $[r] < -0,996$  при  $P < 0,01$ . Это значит, что при снижении количества чувствительных штаммов возбудителя к ПТП, наоборот, увеличивается количество МЛУ штаммов: этот факт подтверждает повышение уровня МЛУ. Удельный вес монорезистентных и полирезистентных штаммов при сравнении с множественной лекарственной устойчивостью достоверно отличаются ( $P < 0,05$ ), между ними также имеется значительная обратная причинно-следственная связь:  $[r] < -0,999$ , при  $P = 0,001$ . Это значит, что при снижении уровня вышеуказанных штаммов увеличивается уровень МЛУ штаммов в связи с отсутствием лечения поли-ЛУ ТБ случаев, которое создало условие для амплификации данных штаммов в штаммы с МЛУ.

Таким образом, имеет место тревожное для НТП явление – переход моно- и полире-

зистентного ТБ в МЛУ ТБ, которое доказывает амплификацию штаммов, тем самым объясняя причины увеличения МЛУ штаммов. Монорезистентный ТБ достаточно легко преодолевается отменой устойчивого препарата, успешность лечения таких больных не уступает ТБ с сохраненной чувствительностью к ПТП.

При анализе данных ТЛЧ, проведенных в 2016 году, удельный вес МЛУ штаммов среди новых случаев ТБ в КР равен 21,9%, самый высокий в Баткенской области и ГСИН (35,1% и 29,8%), низкий в Ошской (15,3%), полирезистентные изоляты 21,2% в Нарынской области и 2,3% в г. Ош.

В целом монорезистентность среди НС ТБ по КР составляет 13,6%. Несмотря на высокий уровень резистентных штаммов возбудителя ТБ (47,8%), микобактерии ТБ с сохраненной чувствительностью к ПТП среди новых случаев ТБ имели место у 52,2% больных. При анализе частоты различных штаммов возбудителя ТБ среди рецидивов легочного ТБ доля чувствительных штаммов составила меньшую часть – 28,1%, МЛУ ТБ встречался у половины (49,2%), моно и ПЛУ ТБ были диагностированы в каждом десятом случае, т.е. 11,0% – 11,3%, а доля ШЛУ ТБ у малой части – 3,5%. Высокий уровень МЛУ ТБ среди случаев рецидива ТБ наблюдается в г. Ош и Таласской области (по 71,4%), затем в Джалал-Абадской (57,4%).

Таким образом, среди рецидивов легочного ТБ 49,2% составляют МЛУ ТБ штаммы, затем чувствительные – 28,1%, а доля моно- и полирезистентных – каждый 10-й штамм. По сравнению с новыми случаями ТБ чувствительные штаммы встречаются в 1,8 раза реже ( $P = 0,000$ , 95% ДИ 0,28 (0,24–0,33), МЛУ – в 2,2 раза чаще ( $P = 0,000$ , 95% ДИ 0,49 (0,44–0,54), а моно- и ПЛУ штаммов – статистических различий нет.

Доля чувствительных штаммов среди случаев ранее леченного ТБ составляет только 17,8%, а МЛУ штаммы – больше половины случаев (51,8%) и имеет высоко статистические различия с долей МЛУ ТБ среди НС ТБ ( $P = 0,000$ , 95% ДИ 0,64(0,59–0,68). Удельный вес моно- и ПЛУ находится на уровне ниже 10%, т.е. 9% и 8,5%.

Таким образом, МЛУ ТБ среди ранее леченных случаев ТБ статистически чаще встречаются ( $P = 0,000$ , 95% ДИ 0,64 (0,59–0,68), чем среди новых случаев ТБ. Аналогичная картина по штаммам возбудителя ТБ, как выше было описано, наблюдается и среди случаев с внелегочным ТБ, как по новым случаям, так и по рецидиву, по ранее леченым случаям ТБ.

Результаты тестов лекарственной устойчивости МБТ среди случаев с легочным ТБ по регионам республики в 2016 году

1	Случаи ТБ	всего случаев		из них: число случаев с рез-м ТЛЧ (положительный, отрицат.) методом Л-Й, MGITиHain-test									
		легочного ТБ	с (+) посевом	Всего	из них								
					с сохран-й чувств-ти МБТ	с устойчивыми формами ТБ, из них:						МЛУ ТБ	ШЛУ ТБ
						Всего	моно	к ES (ПЛУ ТБ)	к H, но не к R (ПЛУ ТБ)	к R, но не к H (РУ ТБ)			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
г. Бишкек	НС ТБ	760	428	398	198	200	43	1	70	1	85	3	
	%			93,0	49,7	50,3	10,8	0,3	17,6	0,3	21,4	0,8	
	Рецидив	110	61	60	13	47	6	0	16	0	25	2	
	%			98,4	21,7	78,3	10,0	0,0	26,7	0,0	41,7	3,3	
	РЛ ТБ	149	109	107	9	98	5	0	11	1	81	17	
	%			98,2	8,4	91,6	4,7	0,0	10,3	0,9	75,7	15,9	
	Общее	1019	598	565	220	345	54	1	97	2	191	22	
%			94,5	38,9	61,1	9,6	0,2	17,2	0,4	33,8	3,9		
Чуйская область	НС ТБ	931	396	385	156	229	46	0	75	2	103	3	
	%			97,2	40,5	59,5	11,9	0,0	19,5	0,5	26,8	0,8	
	Рецидив	285	121	119	28	91	9	1	15	1	57	8	
	%			98,3	23,5	76,5	7,6	0,8	12,6	0,8	47,9	6,7	
	РЛ ТБ	176	87	87	10	77	6	0	9	0	47	15	
	%			100,0	11,5	88,5	6,9	0,0	10,3	0,0	54,0	17,2	
	общее	1392	603	590	193	397	61	1	99	3	207	26	
%			97,8	30,6	67,3	10,3	0,2	16,8	0,5	35,1	4,4		
Нарынская область	НС ТБ	146	55	52	23	29	6	0	11	0	12	1	
	%			94,5	44,2	55,8	11,5	0,0	21,2	0,0	23,1	1,9	
	Рецидив	56	16	16	5	11	1	0	1	0	9	0	
	%			100,0	31,3	68,8	6,3	0,0	6,3	0,0	56,3	0,0	
	РЛ ТБ	22	19	19	7	12	2	0	1	0	9	2	
	%			100,0	36,8	63,2	10,5	0,0	5,3	0,0	47,4	10,5	
	общее	224	90	86	34	52	9	0	13	0	30	3	
%			95,6	35,1	60,5	10,5	0,0	15,1	0,0	34,9	3,5		
Таласская область	НС ТБ	157	54	52	24	28	7	0	9	0	12	0	
	%			96,3	46,2	53,8	13,5	0,0	17,3	0	23,1	0	
	Рецидив	88	16	14	2	12	0	0	0	0	10	1	
	%			87,5	14,3	85,7	0,0	0,0	0,0	0,0	71,4	7,1	
	РЛ ТБ	37	14	14	3	10	1	0	0	0	7	2	
	%			100,0	21,4	71,4	7,1	0,0	0,0	0,0	50,0	14,3	
	общее	282	84	79	29	50	9	0	9	0	29	3	
%			94,0	36,7	63,3	11,4	0,0	11,4	0,0	36,7	3,8		
Иссык-Кульская область	НС ТБ	200	92	90	45	45	13	0	11	0	21	0	
	%			97,8	50,0	50,0	14,4	0,0	12,2	0,0	23,3	0,0	
	Рецидив	34	1	14	2	11	1	1	2	0	2	0	
	%			93,3	14,3	78,6	7,1	7,1	14,3	0,0	14,3	0,0	
	РЛ ТБ	23	14	12	1	11	0	0	2	1	7	3	
	%			85,7	8,3	91,7	0,0	0,0	16,7	8,3	58,3	25,0	
	общее	27	121	115	48	67	14	1	15	1	33	3	
%			95,0	41,7	58,3	12,2	0,9	13,0	0,9	27,3	2,6		

Продолжение таблицы												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
г. Ош	НС ТБ	204	95	87	50	37	19	0	2	1	15	0
	%			91,6	57,5	42,5	21,8	0,0	2,3	1,1	17,2	0,0
	Рецидив	20	9	7	1	6	1	0	0	0	5	1
	%			77,8	14,3	85,7	14,3	0,0	0,0	0,0	71,4	14,3
	РЛ ТБ	33	19	19	3	16	5	0	4	1	6	0
	%			100,0	15,8	84,2	26,3	0,0	21,1	5,3	31,6	0,0
	общее	257	123	113	54	59	25	0	6	2	26	1
	%			91,9	47,8	52,2	22,1	0,0	5,3	1,8	23,0	0,9
Ошская область	НС ТБ	791	385	367	232	135	64	0	14	1	56	0
	%			95,3	63,2	36,8	17,4	0,0	3,8	0,3	15,3	0,0
	Рецидив	225	93	88	38	50	15	0	1	0	34	1
	%			94,6	43,2	56,8	17,0	0,0	1,1	0,0	38,6	1,1
	РЛ ТБ	144	58	55	28	27	8	0	3	0	16	2
	%			94,8	50,9	49,1	14,5	0,0	5,5	0,0	29,1	3,6
	общее	1160	536	510	298	212	87	0	18	1	106	3
	%			95,1	58,4	41,6	17,1	0,0	3,5	0,2	20,8	0,6
Жалал-Абадская область	НС ТБ	714	303	290	177	113	35	1	15	1	61	1
	%			95,7	61,0	39,0	12,1	0,3	5,2	0,3	21,0	0,3
	Рецидив	179	59	54	16	38	2	0	5	0	31	1
	%			91,5	29,6	70,4	3,7	0,0	9,3	0,0	57,4	1,9
	РЛ ТБ	245	65	63	13	50	6	0	3	0	41	6
	%			96,9	20,6	79,4	9,5	0,0	4,8	0,0	65,1	9,5
	общее	1138	427	407	206	201	43	1	23	1	133	8
	%			95,3	50,6	49,4	10,6	0,2	5,7	0,2	32,7	2,0
Баткенская область	НС ТБ	265	43	37	21	16	3	0	0	0	13	0
	%			86,0	56,8	43,2	8,1	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0
	Рецидив	136	14	12	4	8	3	0	0	0	5	0
	%			85,7	33,3	66,7	25,0	0,0	0,0	0,0	41,7	0,0
	РЛ ТБ	16	6	6	0	6	0	0	0	0	6	0
	%			100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
	общее	417	62	54	24	30	6	0	0	0	24	0
	%			87,1	44,4	55,6	11,1	0,0	0,0	0,0	44,4	0,0
Свод по Республике	НС ТБ	4168	1851	1758	926	832	236	2	207	6	381	8
	%			95,0	52,7	47,3	13,4	0,1	11,8	0,3	21,7	0,5
	Рецидив	1133	404	383	109	274	39	2	40	1	192	14
	%			94,8	28,5	71,5	10,2	0,5	10,4	0,3	50,1	3,7
	РЛ ТБ	845	389	378	71	307	33	0	33	3	238	47
	%			97,2	18,8	81,2	8,7	0,0	8,7	0,8	63,0	12,4
	общее	6146	2644	2519	1106	1413	308	4	280	10	811	69
	%			95,3	43,9	56,1	12,2	0,2	11,1	0,4	32,2	2,7
ГЦИН	НС ТБ	114	61	57	21	36	11	0	8	0	17	0
	%			93,4	36,8	63,2	19,3	0,0	14,0	0,0	29,8	0,0
	Рецидив	78	4	44	11	33	8	0	6	1	18	1
	%			97,8	25,0	75,0	18,2	0,0	13,6	2,3	40,9	2,3
	РЛ ТБ	39	24	23	1	22	3	0	1	0	18	2
	%			95,8	4,3	95,7	13,0	0,0	4,3	0,0	78,3	8,7
	общее	231	130	123	32	91	22	0	15	1	53	3
	%			94,6	26,0	74,0	17,9	0,0	12,2	0,8	43,1	2,4

Окончание таблицы												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Свод по Республике с ГСИН	НС ТБ	4282	1912	1815	947	868	247	2	215	6	398	8
	%			94,9	52,2	47,8	13,6	0,1	11,8	0,3	21,9	0,4
	Рецидив	1211	449	427	120	307	47	2	46	2	210	15
	%			95,1	28,1	71,9	11,0	0,5	10,8	0,5	49,2	3,5
	РЛ ТБ	884	413	400	71	329	36	0	34	3	256	49
	%			96,9	17,8	82,3	9,0	0,0	8,5	0,8	64,0	12,3
	общее	6377	2774	2642	1138	1504	330	4	295	11	864	72
%			43,5	95,2	43,1	56,9	12,5	0,2	11,2	0,4	32,7	2,7

Примечание. ГСИН – государственная служба исполнения наказаний, ТЛЧ – тест лекарственной устойчивости, НС ТБ – новые случаи туберкулеза, РЛ ТБ – ранее леченые случаи туберкулеза, Л-Й – тест на твердых средах Левенштейна – Йенсена, МGIT – тест на жидких средах и Hain-test – генотипический тест. Аббревиатуры противотуберкулезных препаратов: Н – изониазид, Е – этамбутол, R – рифампицин, S – стрептомицин, ПЛУ ТБ – полилекарственно-устойчивый туберкулез, ШЛУ ТБ – широкий лекарственно-устойчивый туберкулез.

### Выводы

1. Между моно-, полирезистентной и МЛУ имеется обратная причинно-следственная связь. Причинами данных явлений являются возможный переход (амплификация) менее грозных резистентных штаммов в штаммы с МЛУ в результате неадекватного лечения моно- и полирезистентного ТБ из-за отсутствия программы по ведению случаев резистентного ТБ.

2. В Кыргызской Республике доля случаев с МЛУ штаммами возбудителя ТБ среди новых случаев ТБ составляет 21,9%, рецидивов – 49,2%, а среди ранее леченных случаев 51,8%. Сохраненная чувствительность МБТ к ПТП соответственно составляет 52,2% среди новых случаев ТБ, 28,1% среди рецидивов ТБ и 17,8% среди ранее леченных случаев ТБ.

### Заключение

Несмотря на внедрение стратегии DOTS и снижение показателей заболеваемости, распространенности, смертности от ТБ среди населения, Кыргызская Республика имеет высокий уровень зарегистрированных случаев МЛУ ТБ, как в гражданском, так и в пенитенциарном секторах. Штаммы с сохраненной чувствительностью МБТ наиболее часто встречались у лиц с новыми случаями ТБ – 52,2%, наи-

менее – у ранее леченных случаев – 17,8% (при рецидивах – 28,1%).

Доля полирезистентного туберкулеза почти одинаковую частоту имеет среди новых случаев туберкулеза и при рецидивах (11,8% и 10,8%) и несколько меньше при ранее леченном ТБ (8,5%). Штаммы МБТ с МЛУ ТБ и ШЛУ ТБ имеют противоположную картину. Удельный вес МЛУ ТБ у больных с НС ТБ составил 21,9%, а у рецидивов – 49,2% и ранее леченных – 64,0%. Штаммы ТБ с ШЛУ чаще диагностированы при наличии эпизодов лечения: 0,4% при НС ТБ, 3,5% – при рецидивах и 12,3% у лиц с ранее леченым ТБ.

### Список литературы

1. Tuberculosis surveillance and monitoring in Europe. Surveillance reports. WHO. – 2015. – 93 p.
2. Tuberculosis. WHO. Fact sheet N°104 Reviewed. – March 2016. URL: <http://www.who.int/tb/publications/factsheets/en/> (дата обращения: 28.02.2016).
3. Joncevska M., Kurbaniyazova G., Kalon S. et al. Use of GeneXpert to support fully ambulatory treatment of TB in Kyrgyzstan // Int J Tuberc Lung Dis. – 2015. – Vol. 19. – № 12. – P. 362. URL: [http://capetown.worldlunghealth.org/Abstract\\_Book\\_2015-Web.pdf](http://capetown.worldlunghealth.org/Abstract_Book_2015-Web.pdf) (дата обращения: 08.01.2015).
4. Kurbaniyazova G., Joncevska M., Kalon S., Kalmambetova G., T. Mohr, Toktogonova A., Takiyeva K., Monirul K., Islam M., Luelmo F. Results of Xpert-MTB/RIF implementation in Kyrgyzstan. Int J Tuberc Lung Dis. 21(3):333-337.Q 2017. The Union. URL: <http://dx.doi.org/10.5588/ijtld.16.0191> (дата обращения: 11.10.2015).

УДК 618.36: 614.1: 616.12-008.331.1

**АРТЕРИАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ У БЕРЕМЕННЫХ КАК ФАКТОР РИСКА МЕРТВОРОЖДЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)****Туманова У.Н., Щеголев А.И.***ФГБУ «Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, e-mail: ashegolev@oparina4.ru*

Приведен анализ данных литературы о частоте гипертензивных заболеваний у беременных при мертворождении. У беременных выделяют четыре основных вида гипертензий: хроническую артериальную, гестационную, существовавшую ранее гипертензию с преэклампсией и преэклампсию. По мнению большинства исследователей, все гипертензивные заболевания в той или иной степени отражаются на течении беременности и родов и сочетаются с более высокими показателями перинатальной, младенческой и материнской смертности. Наиболее грозными заболеваниями в отношении развития мертворождения считаются гипертензия с развившейся преэклампсией и тяжелая преэклампсия. При этом уровень мертворождения зависит главным образом от типа (ранней или поздней) преэклампсии. Отмечено, что мертворождаемость, сочетающаяся с гипертензией беременных, может быть обусловлена прогрессирующей плацентарной недостаточностью, преждевременной отслойкой плаценты и ее инфарктами, что указывает на необходимость выявления поражений плаценты и выяснения их роли в танатогенезе.

**Ключевые слова:** гипертензивные болезни, артериальная гипертензия, гестационная гипертензия, преэклампсия, внутриутробная гибель плода, мертворожденный, плацента

**HYPERTENSIVE DISORDERS OF PREGNANCY AS THE CAUSE OF STILLBIRTH (REVIEW)****Tumanova U.N., Schegolev A.I.***Academician V.I. Kulakov Research Center of Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Ministry of Health of Russia, Moscow, e-mail: ashegolev@oparina4.ru*

The literature data on the incidence of hypertensive diseases in pregnant women with fetal stillbirth are presented. Pregnant women have four main types of hypertension: chronic arterial, gestational, pre-existing hypertension with preeclampsia and preeclampsia. According to most researchers, all hypertensive diseases in one way or another affect the course of pregnancy and childbirth. They are combined with higher rates of perinatal, infant and maternal mortality. The most formidable diseases leading to stillbirth are hypertension with developing preeclampsia and severe preeclampsia. The rate of stillbirth depends mainly on the type (early or late) of preeclampsia. It was noted that stillbirth, which is combined with hypertension of pregnant women, can be caused by progressive placental insufficiency, premature detachment of the placenta and its infarctions. This indicates the need to identify placental lesions and to clarify their role in thanatogenesis.

**Keywords:** hypertensive disorders, chronic hypertension, gestational hypertension, preeclampsia, intrauterine fetal death, stillbirth, placenta

Мертворождение является самым трагичным осложнением беременности, ежегодно в мире регистрируется порядка 3,2 миллионов таких случаев [19]. Развитие гибели плода и мертворождения может быть обусловлено социально-экономическими факторами, заболеваниями женщины и самого плода, а также поражениями плаценты. Существенное место среди заболеваний матери отводят гипертензивным состояниям и заболеваниям, осложняющим течение 5–15% беременностей [12].

Целью данной работы явился анализ данных литературы о частоте и роли артериальной гипертензии у беременных в генезе мертворождения.

В настоящее время существует целый ряд национальных и международных клинических рекомендаций по диагностике и лечению артериальной гипертензии у беременных, согласно которым выделяют

следующие основные гипертензивные состояния:

- существовавшая ранее гипертензия (хроническая артериальная гипертензия);
- гестационная гипертензия, то есть развившаяся после 20 недель беременности с нормализацией значений артериального давления в течение 42 дней после родов;
- существовавшая ранее гипертензия с преэклампсией (развитие преэклампсии на фоне хронической артериальной гипертензии);
- преэклампсия.

По данным [13], в 1999–2004 годах в США около 1–4% женщин в возрасте 18–29 лет и порядка 5–15% женщин в возрасте 30–39 лет страдали хронической артериальной гипертензией. Наряду с этим в 2004 году по сравнению с 1998 годом количество осложнений течения беременности, обусловленных существовавшей ранее арте-

риальной гипертензией возросло на 50% и достигло 1,7% от общего числа осложнений [13]. При этом количество преждевременных родов и новорожденных детей с малым для гестационного возраста весом, а также показатели перинатальной смертности у таких беременных были в 2–3 раза выше по сравнению с нормотензивными женщинами.

Гестационная гипертензия осложняет течение примерно 2–3% беременностей у женщин в США [17, 26]. При этом с 1987 года по 2004 год частота развития гестационной гипертензии возросла с 10,7 до 30,6 на 1000 родов [17], а у 17% беременных с гестационной гипертензией в дальнейшем развилась преэклампсия [26]. Однако следует добавить, что материнские риски, связанные с гестационной гипертензией, как правило, меньше чем в 2 раза по сравнению с таковыми у женщин, страдающих хронической артериальной гипертензией или умеренной преэклампсией.

Частота развития преэклампсии отличается в разных странах и зависит в большой степени от используемых критериев ее диагностики. Так, в США преэклампсия развивается примерно у 3% беременных [26]. В большинстве развитых стран частота ее развития колеблется от 3% до 5%. Имеются указания на зависимость ее развития от региона и времени года. В северных областях преэклампсия чаще выявляется в зимний период, у женщин Зимбабве заболеваемость возрастала в сезон дождей. В Финляндии у беременных, проживающих в северных регионах, риск развития преэклампсии в 2 раза выше по сравнению с жительницами южных регионов. Вместе с тем, по мнению большинства исследователей [26], отмечается рост заболеваемости преэклампсией. Подобная тенденция, видимо, частично связана с увеличением числа курящих женщин, а также беременных, страдающих хронической артериальной гипертензией, сахарным диабетом и ожирением.

Данные о заболеваемости в 29 странах Африки, Азии, Латинской Америки и Средней Европы подтверждают высокую вариабельность выявления гипертензивных заболеваний у беременных [6]. В результате проведенного анализа авторами установлено, что хроническая гипертензия, преэклампсия и эклампсия встречались в среднем в 0,29%, 2,16% и 0,28% наблюдений беременности соответственно. Наиболее выраженные колебания уровней заболеваемости в анализируемых странах отмечались в отношении преэклампсии: от 0,2 во Вьетнаме до 6,71% в Монголии [6]. Развитие преэклампсии и эклампсии чаще отмечает-

ся у беременных старше 35 лет, при многоплодной беременности и низких социально-экономических условиях [14]. Кроме того, наличие болезней почек и хронической артериальной гипертензии также часто ассоциируется с развитием преэклампсии и эклампсии: отношение шансов развития преэклампсии составляло соответственно 8,32 и 12,06 [25].

Все гипертензивные заболевания в той или иной степени отражаются на течении беременности и родов. Установлено, что гипертензивные состояния сочетаются с более высокими показателями перинатальной, младенческой и материнской смертности. По данным J.E. Lawn с соавт. [18], порядка 16% мертворождений приходится на беременных с выявленными гипертензивными состояниями, при этом 11% гибели плода сочетается с хронической артериальной гипертензией и 5% – с преэклампсией и эклампсией.

В Российской Федерации, по данным Росстата, в 2010 году количество мертворожденных составило 8300, а показатель мертворождаемости – 4,62‰. При этом артериальная гипертензия матери, обусловившая (способствовавшая) гибели, зарегистрирована в 5,98% наблюдений [4]. В 2012 году в связи с переходом на новые критерии рождения (срок беременности 22 недели и более) количество мертворожденных и показатель мертворождаемости возросли до 12142 и 6,34‰ соответственно, однако частота написания гипертензивных расстройств в свидетельствах о мертворождении снизилась до 5,84% [5]. К сожалению, в сводных формах-таблицах Росстата гипертензивные состояния беременных представлены рубрикой «Поражения плода и новорожденного, обусловленные гипертензивными расстройствами у матери», включающей в себя все вышеуказанные виды артериальной гипертензии, что не позволяет оценить вклад конкретных видов гипертензии в генез мертворождения. В зарубежных странах задача выяснения непосредственной причины и факторов, способствующих мертворождению, затруднена из-за наличия множества классификаций определения причин перинатальной смерти [15].

Тем не менее, основываясь на обобщенных данных, L.L. Simpson [23], приходит к заключению, что гипертензивные заболевания были ответственны за 20–40% от всех наблюдений гибели плода. При этом хроническая гипертензия отмечалась в 5–25 случаях на 1000 мертворожденных, гестационная гипертензия (легкая преэклампсия) – в 9, а гипертензия с развившейся преэклампсией и тяжелая преэклампсия – в 52 и 21 случаях соответственно.

Конкретные значения в зависимости от вида артериальной гипертензии приводят и С. V. Ananth с соавт. [8]: в 1988–1991 годах в США (Северная Каролина) при анализе 384548 живорожденных и 3107 мертворожденных: показатели риска хронической гипертензии составили 7,6 на 1000 беременных, страдающих хронической гипертензией, 36,6 – при гестационной гипертензии и 6,0 – при эклампсии. Более высокие показатели мертворождаемости отмечались при эклампсии и тяжелой преэклампсии. При всех видах артериальной гипертензии гибель плода развивалась чаще после 28 недель гестации, а не на сроках 20–28 недель. У беременных, страдающих хронической и гестационной гипертензией, преобладала интранатальная гибель. Весьма неоднозначные показатели частоты сочетания гипертензивных заболеваний у беременных и мертворождения приводятся «American College of Obstetricians and Gynecologists» [7]: хроническая гипертензия встречалась в 6–25 случаях на 1000 мертворожденных, преэклампсия легкой степени – в 9–51 и тяжелая преэклампсия – в 12–29.

Весьма интересные данные о причинах мертворождения в зависимости от срока гестации были получены Н. S. Bring с соавт. [10]. Авторами установлена более высокая частота преэклампсии и гипертензии у беременных в группе недоношенных мертворожденных по сравнению с переносными мертворожденными. Преэклампсия и гипертония обусловили 57 мертворождения, среди которых 51 (89,5%) наблюдение составили недоношенные новорожденные. Эти результаты согласуются с другим исследованием, показавшим, что мертворождение, связанное с гипертензивными состояниями, чаще отмечается на 24–31 неделе гестации [24].

Вместе с тем в литературе имеются указания, что гипертензивные расстройства, выявляемые у беременных, не всегда сопровождаются увеличением перинатальной смертности. Действительно, А. R. Heard с соавт. [16] провели сравнительный анализ исходов беременности у нормотензивных и страдающих гипертензивными заболеваниями женщин в Южной Австралии в 1991–2001 годах. Было проанализировано 639 беременных с предсуществующей артериальной гипертензией, 5356 женщин, гипертензивные расстройства (гестационная гипертензия и преэклампсия) у которых были вызваны беременностью, 448 беременных с развившейся преэклампсией и 63943 нормотензивных женщин. В результате проведенного исследования было

установлено, что перинатальные потери статистически не зависят от гипертензивных заболеваний, частота их развития была снижена в результате целенаправленного наблюдения и коррекции гипертензии [16].

Следует также указать, что уровень мертворождения зависит главным образом от типа (ранней или поздней) преэклампсии. Так, при сравнительном анализе исходов ранней и поздней преэклампсии R. Madazli с соавт. [21] показали, что все случаи мертворождения и ранней неонатальной смерти новорожденных произошли в наблюдениях ранней преэклампсии, составив соответственно 7,6% и 40,6% от всех наблюдений этой группы. При поздней преэклампсии летальные исходы отсутствовали. При этом частота мертворождения не имела значимых различий в зависимости от тяжести течения преэклампсии [21]. В исследовании Х. L. Li с соавт. [20] количество мертворожденных при ранней преэклампсии с высокими цифрами артериального давления было существенно больше по сравнению с беременными, страдающими поздней преэклампсией с выраженной гипертензией (35% по сравнению с 6,2%,  $p = 0,001$ ). У пациенток же с HELLP-синдромом мертворождаемость даже превышала 50 на 1000 новорожденных.

Действительно, клинические проявления и патологические изменения у беременных при гипертензивных заболеваниях очень разнообразны. Патогенез поражений и танатогенез плода связан с множеством взаимосвязанных факторов и механизмов поражения матери, плода и плаценты. Мертворождаемость, сочетающаяся с гипертензией беременных, может быть обусловлена прогрессирующей плацентарной недостаточностью, преждевременной отслойкой плаценты и ее инфарктами. В этой связи важным моментом патологоанатомического исследования тела мертворожденного является выяснение вопроса о взаимосвязях гипертензивных заболеваний беременной и поражений плаценты при развитии гибели плода [3].

Большая часть рисков хронической гипертензии в отношении мертворождения обусловлена тем, что хроническая артериальная гипертензия является основным фактором риска развития преэклампсии. Установлено, что материнские и перинатальные исходы при преэклампсии зависят от ряда факторов: срока гестации на момент начала заболевания, тяжести заболевания, наличия сопутствующей патологии и эффективности проводимой терапии. При этом следует учитывать, что звенья патогенеза преэклампсии у нерожавших женщин

отличаются от таковых у повторно беременных, а также у женщин, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, сахарным диабетом, перенесших преэклампсию во время предыдущей беременности и при многоплодной беременности.

В настоящее время доказано, что молекулярные и морфологические изменения, приводящие к развитию ранней (до 34 недель гестации) преэклампсии, отличаются от тех, что ведут к развитию поздней (после 34 недель гестации, во время родов и в послеродовом периоде) преэклампсии [2, 27]. Причиной развития ранней преэклампсии считается недостаточная выраженность процессов плацентации и ремоделирования спиральных артерий. Прогрессирование заболевания сопровождается нарушениями маточно-плацентарного и плацентарно-плодного кровообращения, показателем которых может служить ультразвуковое выявление систолически-диастолического кровотока в сосудах пуповины. Отсутствие или реверсивный кровоток в пупочной артерии позволяют с большой точностью предсказать мертворождения, поскольку нарушения кровотока в сосудах пуповины сочетаются с 4-кратным увеличением частоты неблагоприятных перинатальных исходов, и в том числе мертворождаемости [9].

Одновременно с нарушением маточно-плацентарного кровообращения и развитием плацентарной гипоксии развиваются процессы компенсации, проявляющиеся изменением баланса секреции проангиогенных и противангиогенных факторов, а также повышенной капилляризацией ворсин плаценты [1, 11]. Именно выраженность компенсаторных процессов в ворсинчатом дереве плаценты является, на наш взгляд, определяющим моментом тяжести течения преэклампсии [22]. С другой стороны, повышенная секреция проангиогенных факторов плацентой, направленная на повышение перфузионного давления, может явиться причиной гестационной гипертензии.

Таким образом, гипертензивные заболевания и особенно преэклампсия относятся к наиболее грозным осложнениям беременности, лидирующим по частоте развития материнской и перинатальной заболеваемости и смертности во всем мире, но особенно в развивающихся странах. К сожалению, несмотря на улучшение способов ведения беременных, порядка 90% случаев гибели плода при беременности, осложненной гипертензией, происходят до поступления в медицинское учреждение. Поскольку в большинстве таких наблюдений гибели плода предшествует развитие гипертензии у беременной, то потенциаль-

ным путем снижения мертворождаемости считается раннее выявление гипертензивных расстройств и проведение своевременного родоразрешения. Адекватное ведение беременных с хронической и гестационной артериальной гипертензией включает в себя регулярное посещение врача-акушера, антенатальное обследование, включая доплерометрию, плода и своевременную госпитализацию для родоразрешения.

#### Список литературы

1. Павлов К.А., Дубова Е.А., Щеголев А.И. Фетоплацентарный ангиогенез при нормальной беременности: роль плацентарного фактора роста и ангиопоэтинов // *Акушерство и гинекология*. – 2010. – № 6. – С. 10–15.
2. Ходжаева З.С., Шмаков Р.Г., Коган Е.А. и др. Клинико-анамнестические особенности, плацента и плацентарная площадка при ранней и поздней преэклампсии // *Акушерство и гинекология*. – 2015. – № 4. – С. 25–31.
3. Щеголев А.И. Современная морфологическая классификация повреждений плаценты // *Акушерство и гинекология*. – 2016. – № 4. – С. 16–23.
4. Щеголев А.И., Павлов К.А., Дубова Е.А., Фролова О.Г. Мертворождаемость в субъектах Российской Федерации в 2010 году // *Архив патологии*. – 2013. – № 2. – С. 20–24.
5. Щеголев А.И., Туманова У.Н., Шувалова М.П., Фролова О.Г. Гипоксия как причина мертворождаемости в Российской Федерации // *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов*. 2014. – № 3. – С. 96–98.
6. Abalos E., Cuesta C., Carroli G. et al. Pre-eclampsia, eclampsia and adverse maternal and perinatal outcomes: a secondary analysis of the World Health Organization Multicountry Survey on Maternal and Newborn Health // *BJOG*. – 2014. – V. 121(Suppl. 1). – P. 14–24.
7. ACOG Clinical Management guidelines for obstetricians-gynecologists. ACOG practice bulletin. Management of stillbirth // *Obstet. Gynecol.* – 2009. – V. 113. – P. 748–761.
8. Ananth C.V., Savitz D.A., Bowes W.A. Hypertensive disorders of pregnancy and stillbirth in North Carolina, 1988 to 1991 // *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* – 1995. – V. 74. – P. 788–793.
9. Bilardo C.M., Wolf H., Stigter R.H. et al. Relationship between monitoring parameters and perinatal outcome in severe, early intrauterine growth restriction // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* – 2004. – V. 23. – P. 119–125.
10. Bring H.S., Varli I.A.H., Kublickas M. et al. Causes of stillbirth at different gestational ages in singleton pregnancies // *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* – 2014. – V. 93. – P. 86–92.
11. Chen Y., Zhang Z. Placenta related pathogenic factors for preeclampsia // *Open Journal Obstet. Gynecol.* – 2012. – V. 2. – P. 340–345.
12. Cunningham F.G., Leveno K.J., Bloom S.L. et al. *Williams obstetrics*. 23rd ed. Toronto: McGraw Hill Medical, 2010.
13. Cutler J.A., Sorlie P.D., Wolz M. et al. Trends in hypertension prevalence, awareness, treatment, and control rates in United States adults between 1988–1994 and 1999–2004 // *Hypertension*. – 2008. – V. 52. – P. 818–827.
14. Duckitt K., Harrington D. Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: a systematic review of controlled studies // *BMJ*. – 2005. – V. 330. – P. 565–567.
15. Gordijn S.J., Korteweg F.J., Erwich J.J.H.M. et al. A multi-layered approach for the analysis of perinatal mortality using different classification systems // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* – 2009. – V. 144. – P. 99–104.
16. Heard A.R., Dekker G.A., Chan A. et al. Hypertension during pregnancy in South Australia, Part 1: pregnancy

outcomes // Aust. N. Z. J. Obstet. Gynaecol. – 2004. – V. 44. – P. 404–409.

17. Klemmensen A.K., Olsen S.F., Wengel C.M. et al. Diagnostic criteria and reporting procedures for pre-eclampsia: a national survey among obstetrical departments in Denmark // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. – 2005. – V. 123. – P. 41–45.

18. Lawn J.E., Blencowe H., Waiswa P. et al. Stillbirths: rates, risk factors, and acceleration towards 2030 // Lancet. – 2016. – V. 387(10018). – P. 587–603.

19. Lawn J.E., Yakoob M.Y., Haws R.A. et al. 3.2 million stillbirths: epidemiology and overview of the evidence review // BMC Pregnancy Childbirth. – 2009. – V. 9.(Suppl 1). – P. 2.

20. Li X.L., Guo P.L., Xue Y. et al. An analysis of the differences between early and late preeclampsia with severe hypertension // Pregnancy Hypertension. – 2016. – V. 6. – P. 47–52.

21. Madazli R., Yuksel M.A., Imamoglu M. et al. Comparison of clinical and perinatal outcomes in early- and late-onset preeclampsia // Arch. Gynecol. Obstet. – 2014. – V. 290. – P. 53–57.

22. Shchyogolev A.I., Dubova E.A., Pavlov K.A. et al. Morphometric characteristics of terminal villi of the placenta in preeclampsia // Bull. Exp. Biol. Med. – 2012. – V. 154. – P. 92–95.

23. Simpson L.L. Maternal Medical Disease: risk of antepartum fetal death // Semin. Perinatol. – 2002. – V. 26. – P. 42–50.

24. Stillbirth Collaborative Research Network Writing Group. Causes of death among stillbirths // J. Am. Med. Assoc. – 2011. – V. 306. – P. 2459–2468.

25. Visintin C., Muggleston M.A., Almerie M.Q. et al. Management of hypertensive disorders during pregnancy: summary of NICE guidance // BMJ. – 2010. – V. 341. – P. 2207.

26. Wallis A.B., Saftlas A.F., Hsia J. et al. Secular trends in the rates of pre-eclampsia, eclampsia, and gestational hypertension, United States, 1987–2004 // Am. J. Hypertens. – 2008. – V. 21. – P. 521–526.

27. Young B.C., Levine R.J., Karumanchi S.A. Pathogenesis of preeclampsia // Annu. Rev. Pathol. – 2010. – V. 5. – P. 173–192.

УДК 616.25-002.3-089.819.85

## О ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ЭМПИЕМЫ ПЛЕВРЫ

Хасанов Р.А., Мирзакулов Д.С., Калматов Р.К., Эшбаев А.А.,  
Маткасымов М.М., Токтахунов У.Т.

*Ошская межобластная клиническая больница, Ош, e-mail: krkkmkc@gmail.com*

В данной работе рассматривается этиопатогенез, диагностика, особенности клинического течения и лечения эмпиемы плевры у 102 больных, пролеченных в отделении торакальной хирургии. По составу больных мужчин было больше, и они составили 77%, а женщины 23%. При изучении причины возникновения эмпиемы отмечен полиэтиологический характер начала болезни. По результатам проведенного исследования наиболее часто в 58 (56,8%) случаях эмпиема плевры развивалась на фоне гнойно-воспалительных процессов в легких. У большинства больных в содержимом плевральной полости высеян стафилококк (29,1%). Авторы считают, что применение традиционной рентгенографии, современных высокоинформативных методов лучевого и ультразвукового исследования, видеоторакокопии, а также адекватное сочетание комплексной этиопатогенетической терапии, раннее дренирование плевральной полости и своевременное оперативное вмешательство занимает важное место в диагностике и лечении эмпиемы плевры.

**Ключевые слова:** эмпиема плевры, клиника, диагностика, комплексное лечение

## ABOUT THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF PLEURAL EMPYEMA

Khasanov R.A., Mirzakulov D.S., Kalmatov R.K., Eshbaev A.A.,  
Matkasymov M.M., Toktakhunov U.T.

*Osh Interregional Clinical Hospital, Osh, e-mail: krkkmkc@gmail.com*

In this work, we consider etiopathogenesis, diagnosis, clinical features and treatment of pleural empyema in 102 patients treated in the thoracic surgery department. The composition of the sick men were more, and they were 77%, and women 23%. When studying the cause of empyema, the polytheological nature of the onset of the disease was noted. According to the results of the study, most often in 58 (56,8%) cases of pleural empyema developed against the background of purulent-inflammatory processes in the lungs. In most patients, staphylococcus was sown in the contents of the pleural cavity (29,1%). The authors believe that the use of traditional radiography, modern highly informative methods of radiotherapy and ultrasound, videotoracoscopy, as well as an adequate combination of complex etiopathogenetic therapy, early drainage of the pleural cavity and timely surgical intervention occupies an important place in the diagnosis and treatment of pleural empyema.

**Keywords:** pleural empyema, clinic, diagnostic, combined treatment

Диагностика и лечение эмпиемы плевры остается актуальной проблемой в хирургии. Под термином «эмпиема плевры» или «пиоторакс» принято считать ограниченное или распространенное воспаление висцеральной и париетальной плевры, протекающее с накоплением гноя в плевральной полости и сопровождающееся признаками гнойной интоксикации [1]. По данным ряда авторов почти у 90% больных эмпиема плевры возникает в результате осложнений гнойно-воспалительного процесса в легких (на фоне острой пневмонии 4%, абсцесса легкого – 9–11%, при гангрене легкого – 80–95%) [2, 3]. Как следствие ранений и травм органов грудной клетки – 6–12%, основной причиной при этом является неликвидированный посттравматический плеврит и гемоторакс [1, 4, 5]. Послеоперационные эмпиемы плевры составляют в структуре причины от 2 до 28%, наиболее часто возникают после пневмонэктомии [5, 8]. При бактериологическом исследовании содержимого плевральной полости грамотрицательная флора встречается в 20–30% случаев. Грамполо-

жительная флора высевается в 30–40%, преимущественно *S. aureus*, *S. pneumoniae*, *S. pyogenes*. В 20–30% флора является смешанной, в сочетании с неклостридиальными анаэробами [5–7].

**Цель исследования** – изучение основных причин и факторов приводящих к гнойному воспалению плевры, выработки тактических и технических решений, направленных на улучшение результатов комплексного лечения эмпиемы плевры с использованием современных технологий.

### Материалы и методы исследования

Под наблюдением находились 102 больных с эмпиемой плевры, в возрасте от 17 до 80 лет, из них 79 (78%) мужчин и 2 (22%) женщин (табл. 1). Из числа поступивших сельскими жителями были 89 (88%) больных, и городских жителей было 12 (11%). Из 102 пролеченных больных у 60 (59%) была хроническая форма, а у 42 (41%) острая форма эмпиемы плевры. Сплошное поражение плевры гнойно-воспалительным процессом наблюдалось у 76 (75%) больных, а у 26 (25%) была ограниченная (осумкованная) форма болезни. Правосторонней эмпиемой страдали 65 (64%) больные, левосторонней 37 (36%).

Таблица 1

Распределение больных по возрасту и полу (n – 102)

Пол	Всего больных		из них в возрасте (в годах)					
	абс. ч.	%	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	Старше 60 лет
Муж.	79	77	10	12	15	18	13	11
Жен.	23	23	3	6	4	4	4	2
Итого	102	100,0	13	18	19	22	17	13
%		100,0	12,7	17,6	18,6	21,6	16,7	12,7

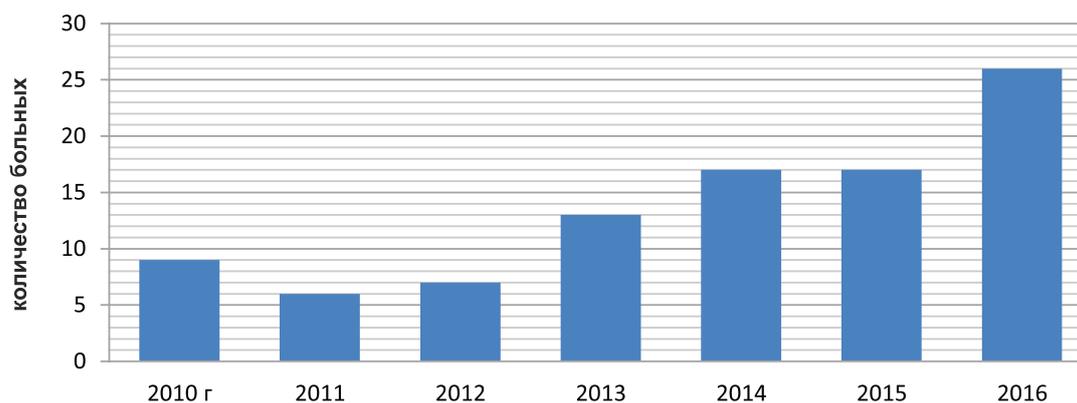


Рис. 1. Динамика роста эмпиемы плевры по годам

Клинические обследования проводились по общепринятой схеме. Учитывали данные анамнеза, жалобы больного, проводились объективные и дополнительные специальные методы обследования. С целью диагностики применены традиционная R-графия, компьютерная томография (КТ), ультразвуковое исследование (УЗИ) органов грудной клетки, торакоскопия плевральной полости, лабораторно-микробиологические исследования содержимого плевральной полости и гистология биопсийного материала из плевры.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования показали, что в динамике отмечается рост числа больных с эмпиемой плевры (рис. 1), с 8 случаев в 2010 г. до 26 в 2016 г.

Последние годы часто поступают больные в тяжелом состоянии с распространенной формой болезни, особенно после прорыва нагноившейся эхинококковой кисты, кистозных полостей и абсцесса легких в плевральную полость. Среди наших больных в зависимости от локализации жидкостных образований в плевральной полости нами установлены следующие виды эмпиемы плевры (рис. 2).

При изучении причины возникновения эмпиемы по результатам нашего исследования (табл. 2) у 45 больных, то есть 53,8% случаях, эмпиема плевры развилась при

пневмониях осложненных в виде и плевритов различного происхождения в результате проникновения инфекции в плевральную полость лимфогенным или гематогенным путями. Из них в 21 случаях нагноения плеврального выпота сопровождались появлением очагов распада в легочной паренхиме с образованием бронхоплеврального свища. В 15 (11,5%) случаях поступили больные с прорывом нагноившейся эхинококковой кисты в плевральную полость с формированием пиопневмоторакса. У 13 (12,7%) больных в результате прорыва в плевральную полость одного или нескольких субплеврально расположенных абсцессов, гнойных кист при поликистозах легкого развился пиопневмоторакс.

Причины проводящие к эмпиеме плевры распространенного и осумкованного характера с формированием бронхоплеврального свища. В 8 (7,8%) случаях с переломами ребер в результате нагноения гемоторакса наступила эмпиема плевры. У 8 (7,8%) пациентов причиной эмпиемы был несвоевременно установленный разрыв воздушных кист легкого. У 6 (5,8%) больных сахарным диабетом на фоне диабетической нефропатии гидроторакс осложнился эмпиемой плевры. После оперативного вмешательства на органах грудной клетки и брюшной полости в 5 (4,9%) случаях впо-

следствии инфицирования плевральной полости организовалась эмпиема плевры. У 2 (1,9%) больных в результате распада новообразования в легком развилась эмпиема плевры. Наличие бронхоплеврального свища в наших наблюдениях всегда явилось поддерживающим и усугубляющим фактором гнойно-воспалительного процесса в плевральной полости, придавая течению эмпиемы плевры торпидный характер.

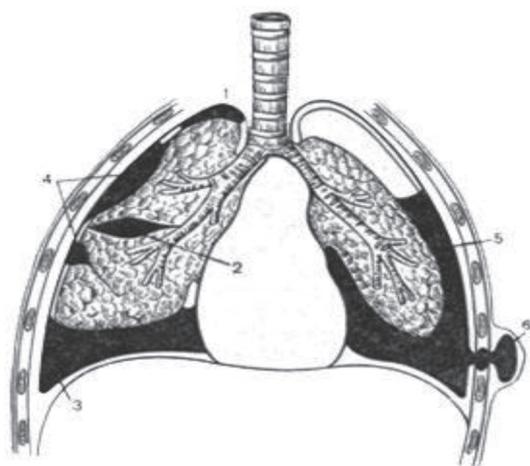


Рис. 2. Виды эмпием плевры (схема):  
1 – верхушечная; 2 – междолевая;  
3 – базальная; 4 – пристеночная;  
5 – пиопневмоторакс;  
6 – прорыв гноя под кожу

В зависимости от начала болезни и продолжительности воспалительного процесса больных разделили на 2 группы. В первую группу с острой эмпиемой плевры вошел 41 больной, у которых с начала болезни прошло 8–12 недель. Во вторую группу с хроническим течением болезни включен 61 больной, когда с начала заболевания у них протекало более 12 недель. Хронизацию острого процесса обуславливали разнообразные факторы. Чаще к хронической эмпиеме приводило неэффективное лечение острых легочных нагноений, осложнившихся пиопневмотораксом.

В нашем наблюдении клинические проявления эмпиемы плевры независимо от причины возникновения в большинстве случаев имели общие симптомы. В основном больных беспокоили следующие жалобы: кашель с выделением гнойной мокроты, одышка, боли в груди, усиливающиеся при дыхании, повышение температуры тела, а также признаки интоксикации организма. Длительные и частые приступы кашля с отделением значительного количества мокроты свидетельствовали о наличии бронхо-

плеврального свища. В начальных стадиях болезни больные с тотальной и субтотальной эмпиемой из-за резкой боли и одышки часто принимали вынужденное полусидящее положение. При отграниченных (осумкованных) и малых эмпиемах болевой синдром был выражен слабее.

При исследовании грудной клетки отмечали отставание пораженной половины при дыхании. Межреберные промежутки были расширены и сглажены вследствие давления экссудата. Для скопления экссудата в плевральной полости характерно было ослабление или отсутствие голосового дрожания и дыхательных шумов. У больных, когда содержимым плевральной полости оказался только экссудат, верхняя граница тупости соответствовала линии Эллиса – Дамуазо – Соколова (линия, проходящая от позвоночника латерально и вверх до задней подмышечной линии, затем вниз и кпереди до среднеключичной линии). Наиболее часто при скоплении большого количества гноя в плевральной полости у больных наблюдалось смещение органов средостения в здоровую сторону и сдавление здорового легкого. У больных пиопневмотораксом выявляли тупой перкуторный звук под участком с верхней горизонтальной границей, соответствующей скоплению гноя, и тимпанический звук над участком скопления воздуха. Аускультативно определяли ослабление или почти полное отсутствие дыхательных шумов и усиленную бронхофонию в зоне скопления экссудата. При наличии бронхоплеврального свища и хорошо дренируемой через бронх полости отмечали усиленное бронхиальное дыхание (амфорическое). При этом у больных появлялась обильная гнойная мокрота с неприятным запахом. В 25 случаях у наших больных наблюдали клинику полиорганной недостаточности.

Со стороны анализов изменения в общеклинических показателях крови и мочи при эмпиеме плевры были такие же, как и при других тяжелых гнойных процессах. В общем анализе крови отмечали высокий лейкоцитоз (выше  $10 \times 10^9/\text{л}$ ), резкий сдвиг лейкоцитарной формулы влево, увеличение СОЭ. Нередко наблюдали анемию. Содержание белка в плазме уменьшалось, главным образом за счет альбумина. В моче обнаруживали альбуминурию, наличие зернистых и гиалиновых цилиндров

В диагностике и определении показаний к подбору антибиотиков важное место занимало цитологическое и гистологическое исследование содержимого плевральной полости.

Таблица 2

## Причины возникновения эмпиемы

№ п/п	Причины	Количество	
		абс. ч	%
1	После пневмонии и плеврита	45	44,1%
2	Прорыв эхинококковой кисты в плевральную полость	15	14,7%
3	Осложнение гнойно-некротических процессов в легких (абсцесс, поликистоз)	13	12,7%
4	Буллезная болезнь легких осложненная пиопневмотораксом	8	7,8%
5	После травмы (гемоторакс)	8	7,8%
6	Сахарный диабет	6	5,8%
7	После хирургического вмешательства на органах грудной и брюшной полостей	5	4,9%
8	С-г легкого	2	1,9%
	Всего	102	100%

Таблица 3

## Высеянные флоры при бакпосеве содержимого плевральной полости

	Название	Количество	
		абс.ч.	%
1	staphylococci	30	29,4%
2	pneumococci	18	17,6%
3	klebsiella pneumonia	15	14,7%
4	streptococci	15	14,7%
5	hemofilus influenza	14	13,7%
6	candida alvicans	10	9,9%
	итого	102	100%

Как указано на табл. 3, при бактериологическом исследовании из содержимого плевральной полости высеяно staphylococci у 30 (29,4%) больных, в 18 (17,6%) случаях pneumococci, а klebsiella pneumonia у 15 (14,7%) пациентов. У 15 (14,7%) больных обнаружено streptococci, а hemofilus influenza было в 14 (13,7%) случаях, candida alvicans выделен из пунктата у 10 (9,9%) больных.

В нашей практике важнейшую роль в диагностике эмпиемы плевры играло рентгенологическое исследование. Всем больным в процессе диагностики и лечения неоднократно произведена рентгенография органов грудной клетки в 2 проекциях. Посредством этого метода получили представление о локализации, распространенности и количественной характеристике процесса в полости плевры.

В настоящее время с появлением современных методов лучевой диагностики при сложных ситуациях удаётся установить точный, достоверный диагноз. В нашей практике у 20 больных в сложных случаях заключительный диагноз установлен с применением рентгено-компьютерной томографии (РКТ). Применение РКТ позволяло

детально оценить осумкованные выпоты, утолщение плевральных листков, очаговые образования в плевре.

Важное место в диагностике занимает метод ультразвукового исследования плевральной полости. С помощью УЗИ у 39 больных, при ограниченных жидкостных образованиях, удалось определять локализации и дренировать осумкованные плевральные полости. Из них в 6 случаях установлено наличие эхинококковой кисты в нижних отделах легких с прорывом в плевральную полость.

Последнее время начали внедрять видеоторакоскопию. С использованием видеоторакоскопа в 17 случаях проводили визуальный осмотр полости плевры, поверхность легкого, определяли характер жидкости и брали биопсию для гистологического исследования.

В нашей практике лечение больных с эмпиемой плевры сводилось в первую очередь к воздействию на основное заболевание, с учетом его формы и фазы, патогенеза плевральной экссудации и характера выпота, а также общего состояния больных. Как наш опыт работы показывает, важнейшим требованием позволяющим добиться

наибольшего эффекта при эмпиемах плевры, любого происхождения, является раннее и длительное проведение комплекса различных консервативных мероприятий и хирургических вмешательств. Основными звеньями комплексной патогенетической терапии больных мы считаем следующие положения:

а) применение антибиотиков для подавления, уменьшения или ослабления антигенных влияний, исходящих из зоны основного процесса и вызывающих воспалительную реакцию плевры;

б) санации плевральной полости путем эвакуации содержимого, а при необходимости и промываний;

в) применение десенсибилизирующих и противовоспалительных средств, направленных на борьбу с повышенной проницаемостью плевры и для воздействия на местные и общие проявления самого плеврита.

У подавляющего большинства больных лечение эмпиемы начали с плевральной пункции. При получении гноя мы всегда дренировали плевральную полость. Дренирование было активным (при использовании устройств для создания отрицательного давления 10–30 см вод. ст.) или пассивным (например, по Бюллау). В 56 случаях гнойно-воспалительный процесс в плевре разрешился в результате адекватного дренирования и регулярного промывания антисептиками плевральной полости, а также комплексной консервативной терапии. Для промывания применяли раствор фурациллина 1:1000, 0,2% декосона, водный раствор хлоргексидина.

При хронической эмпиеме плевры независимо от причин возникновения болезни, часто требовалось хирургическое вмешательство. Хирургическое лечение всегда было и в настоящее время остается трудной задачей. Длительный гнойно-воспалительный процесс, наличие бронхо-плеврального свища часто приводило к грубым изменениям со стороны париетальной и висцеральной плевры, формированию осумкованных полостей. В нашей практике многие годы торакопластика была наиболее эффективным хирургическим вмешательством при хронической эмпиеме плевры, хотя она отличалась травматичностью и приводила к тяжелой деформации грудной клетки. Последние десятилетия торакопластику применяем очень редко, так как она почти изжила себя из-за нефизиологичности и недостаточной эффективности. Мы часто стали проводить радикальные операции – плеврэктомию (операция Делорма). В 21 случаях произведена данная опера-

ция с удовлетворительным результатом. При этой операции полностью удаляется вся измененная париетальная, а также и висцеральная плевра (иногда это удается сделать единым блоком, одним «мешком»). А у 10 пациентов с кистозным поражением легкого операция завершилась лобэктомией и частичной декортикацией легкого. При наличии бронхиального свища производили резекцию легочной ткани и несущий свищ или ушивали свищ одним из многочисленных способов. При достижении герметизации легкое хорошо расправляется, заполняет плевральную полость, что позволяет восстановить его функцию и ликвидировать гнойную полость. У 15 больных при прорыве в плевральную полость нагноившейся эхинококковой кисты легкого и диафрагмальной поверхности печени удалена свободно находящаяся хитиновая оболочка, а также произведена санация и частичная декортикация легкого. Операция плеврэктомию сложна и травматична. Она иногда осложнялась тяжелым кровотечением, травматическим шоком, поэтому проводилась тщательная предоперационная подготовка больного, целью которой было – уменьшить анемию, гипопропротеинемию, улучшить функцию дыхания.

В послеоперационном периоде наблюдали различные осложнения: кровотечения в плевральную полость у 3 больных, рецидив бронхиального свища и эмпиемы плевры в 8 случаях. При кровотечениях во всех случаях произведена реторакотомия и кровотечение остановлено. В основном источником кровотечений оказались мелкие сосуды по всей поверхности удаленной плевры. При рецидиве болезни в 2 случаях произведена повторная операция, в 6 случаях мы достигли положительного результата консервативным путем. Все операции проводились общим наркозом с использованием эндобронхиальной двухпросветной трубки для раздельной интубации легких.

### Заключение

Таким образом, при анализе пролеченных случаев в динамике отмечается рост числа больных с эмпиемой плевры, с 8 случаев в 2010 г. до 26 в 2016 г. Применение компьютерной томографии, УЗИ и видеоторакографии существенно улучшило диагностику эмпиемы плевры, особенно при осумкованных формах. При адекватном сочетании комплексной этиопатогенетической терапии, раннего дренирования плевральной полости и своевременного радикального оперативного вмешательства, заметно улучшились результаты лечения

при острых и хронических формах эмпиемы плевры. Уменьшились случаи рецидива болезни, а также значительно сократились сроки пребывания больного в стационаре от 24,5 койко-дней в период до 2010 года, до 17,8 дней за 2010–2016 годы. Лечение эмпиемы плевры как полиэтиологического заболевания должно быть комплексным.

#### Список литературы

1. Кабанов А.Н., Ситко Л.А. Эмпиема плевры. – Иркутск, 2000. – С. 206.
2. Лукомский Г.И. Неспецифические эмпиемы плевры. – М.: Медицина, 1976. – 286 с.
3. Матвеев В.Ю., Хасанов Р.М., Галков Е.М., Фахрутдинов Р.Н., Ибрагимов А.И. Комбинированное хирургическое лечение эмпиемы плевры с применением видеоторакоскопии // Практическая медицина. – 2012. – № 8, т. 2. – С. 111–116.
4. Порханов В.А. Торакоскопическая и видеоконтролируемая хирургия легких, плевры и средостения: дис. докт. Мед. – М., 1996. – 233 с.
5. Цеймах Е.А., Левин А.В., Зимонин П.Е., Самуйленков А.М. Частота возникновения, эмпиемы плевры пункционная терапия, закрытое дренирование плевральной полости. Часть I // Туберкулез и болезни легких. – 2009. – № 8. – С. 3–9.
6. Цеймах Е.А. Лечение острых эмпием плевры и пиопневмоторакса // груд. и сердечно-сосуд. хир. – 1999. – № 1. – С. 51–54.
7. Ясногородский О.О., Шулуто А.М., Панюшкин П.В. Возможности малоинвазивной техники в лечении неспецифической эмпиемы плевры // росс. мед. журнал. – 2004. – № 3. – С. 32–36.
8. Simmers T.A., Jie C., Sie B. Paraneumonic effusions // Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2009. – vol. 47, № 2. – P. 77–81.
9. Hollaus P.H., Lax F., Wurnig P.N. Guided percutaneous drainage for empiema // Eur. J. Cardiovasc. Surg. – 2009. – vol. 16, № 3. – P. 283–286.

УДК 616.329-089

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПАЛЛИАТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРИ НЕОПЕРАБЕЛЬНОМ РАКЕ ПИЩЕВОДА

Шапошников В.И.

*НОЧУ ВО «Кубанский медицинский институт», Краснодар, e-mail: Shaposhnikov35@mail.ru*

Проводится сравнительная оценка реканализации пищевода с гастростомией. Каждая из них относится к паллиативной операции, но функциональные возможности у них разные. Если реканализация позволяет пациентам принимать пищу через рот, то гастростома нет. Как показали проведенные исследования, этот фактор имеет особое значение при проведении лучевой терапии. Произведено сравнение результатов лечения 105 пациентов неоперабельным раком пищевода, которым была наложена гастростома по той или иной хорошо известной методике, и 35 больных, которым осуществлена реканализация этого органа пластмассовой трубкой длиной 15–40 см, диаметром 16 мм, толщиной стенки 0,7 мм. На одном конце она имела воронкообразное расширение диаметром 25 мм, окутанное с наружной стороны лентой из поропласта, которая помещалась в припаянный чехол из полиэтиленовой пленки. Для осуществления операции выполнялась гастротомия, а затем ретроградное бужирование пищевода, с проведением лесок из желудка в полость рта, при помощи которых трубка протягивалась через ткань опухоли. Избыток трубки отсекался в желудке. Специфических осложнений не наблюдалось. Эффективность метода оценивалась по средней послеоперационной продолжительности жизни. У пациентов с гастростомой она составила 7,8 месяца, а с реканализацией пищевода – 15 месяцев. Последняя группа пациентов была социально адаптирована, и им удалось выполнить лучевую терапию. Следовательно, реканализация пищевода имеет все клинические преимущества перед гастростомией.

**Ключевые слова:** оценка, пищевод, рак, реканализация, гастростомия, лучевая терапия

## COMPARATIVE EVALUATION OF PALLIATIVE OPERATIONS PERFORMED WITH NEOPERABLE ESOPHAGEAL CANCER

Shaposhnikov V.I.

*Kuban Medical Institute, Krasnodar, e-mail: Shaposhnikov35@mail.ru*

Conducted a comparative assessment of recanalization of the esophagus with gastrostomy. Each of them refers to palliative surgery, but different functionality. If recanalization allows you to take food by mouth, no gastrostomy. Studies have shown that this factor is important during radiation therapy. Comparing the results of treatment for unresectable esophageal cancer patients 105, which was superimposed on a gastrostoma technique, and 35 patients who exercised recanalization of this body plastic tube with a length of 15–40 cm, diameter 16 mm, a wall thickness of 0,7 mm. At one end it had a diameter of 25 mm extension is funnel-shaped, covered outdoor taping of foam which fit in case soldered down plastic sheeting. To implement operation gastrostomy was executed and then retrograde probing of the esophagus with the stomach of lesok in the oral cavity, which fed through the tube through the fabric of the tumor. Excess otsekalsja tube in the stomach. Specific complications were observed. The effectiveness of the method was evaluated by postoperative average life expectancy. In patients with it's Gastrostomy was 7, 8 months, and with the rekanalizaciej of the esophagus-15 months. The last group of patients was socially adapted and managed to perform radiation therapy. Therefore, the esophagus is recanalization all clinical advantages over gastrostomy.

**Keywords:** assessment, esophagus, cancer, recanalization, gastrostomy, radiation therapy

**Актуальность** данного исследования связана с поисками способа, который позволяет не только устранить дисфагию при раке пищевода, но и провести лучевую терапию при неоперабельном злокачественном процессе. Данный вопрос имеет большое социальное значение, так как осуществить радикальное удаление раковой опухоли пищевода, как правило, не удается, что обусловлено анатомо-топографическими особенностями локализации этого органа в средостении [2, 4]. По данной причине паллиативные операции при раке пищевода приобретают большое клиническое значение [5, 6]. Наиболее часто с целью питания пациентов хирурги прибегают к наложению гастростомы [5]. Сравнительно реже осуществляется реканализация пищевода [1,

6, 7]. Так, из 1339 пациентов раком пищевода, которые были под нашим наблюдением, попытка к осуществлению радикальной операции была предпринята у 201 (15%), однако радикальную операцию удалось выполнить лишь у 81, что составляет 40,3% к числу оперированных и 6,0% к общему числу наблюдавшихся больных. В ближайшем послеоперационном периоде погибло 45 (55,5%) человек. Кроме прорастания и метастазирования опухоли, другими причинами неудач операций является то, что рак этого органа сопровождается истощением в 68%, пневмонией – в 21%, атеросклерозом – в 45%, эмфиземой лёгких – в 21%, анемией – в 7% наблюдений [1–3]. Эти данные свидетельствуют о важности хирургических мероприятий, направленных на за-

медление процесса истощения организма при раке пищевода.

**Целью** работы является изучение терапевтических возможностей интубации просвета пищевода пластмассовыми трубками (через опухолевую ткань), так и наложения гастростомы для питания, чтобы пациента укрепить, а затем провести ему лучевое лечение.

**Материалы и методы** включают в себя две группы пациентов с неоперабельным раком пищевода, которым предполагалось провести лучевое лечение, но только после предварительно выполненной паллиативной операции, чтобы избежать у них стремительного развития кахексии, которая обычно является главной причиной их смерти.

В качестве сравнительной величины была взята средняя продолжительность жизни (от первых симптомов заболевания) у 160 пациентов, у которых лечение было лишь медикаментозным. Этот показатель оказался равным 8,8 месяца. Он зависел не только от локализации опухоли в пищеводе, но и от возраста пациента. Так, средняя продолжительность жизни при раке верхней трети этого органа равнялась 10,2 месяца, средней – 10,0, нижней – 12,3, при возрасте от 31 до 50 лет – 9,7, от 51 до 60 лет – 10,8, от 61 до 70 лет – 11,3, от 70 и выше – 15,3. Эту разницу в продолжительности жизни (в зависимости от возраста и локализации опухоли) учитывали при оценке каждого способа лечения.

В первую группу наблюдений вошло 35 пациентов, которым предполагалось выполнить реканализацию пищевода, но у 5 из них, что составляет 14,2%, эта операция не удалась, что было обусловлено наличием у них в просвете пищевода плотной опухоли, через которую невозможно было провести буж, чтобы выполнить расширение его просвета. Этим пациентам пришлось наложить гастростому с использованием для герметичности желудка трубки-мююты. Опухоль локализовалась во всех отделах этого органа, но наиболее часто в средней его трети (у 22 из 30). Протяженность поражения была от 6 до 14 см.

Для реканализации верхней и средней трети пищевода использовалась трубка длиной 35–40 см, диаметром 16 мм, толщиной стенки 0,7 мм. На одном конце она имела воронкообразное расширение диаметром 25 мм и длиной 30 мм. Чтобы избежать пролежня пищевода, эта воронка с наружной стороны окутывалась лентой из поропласта. А чтобы она не впитывала в себя его содержимое, помещалась в при-

паянный чехол из полиэтиленовой пленки. Это предотвращало сползание муфты с конца трубки при протягивании её через ткань опухоли.

При реканализации же нижней трети пищевода и кардии желудка на эту трубку (отступив 10–12 см от воронки) надевали вторую подобную же муфту, которая при реканализации насильственно протягивалась через пораженный участок пищевода. Благодаря пористой структуре ткани, эту манипуляцию удается выполнить без особых затруднений. Эта муфта обеспечивает устойчивое расположение протеза в просвете пищевода, если у больного в дальнейшем возникнет рвота (рис. 1).

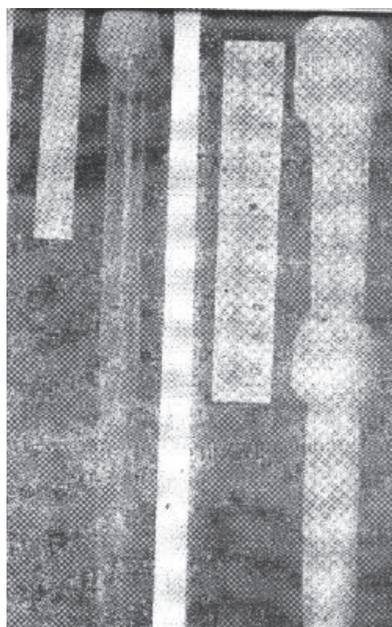


Рис. 1. Трубки для реканализации

Операцию выполняли под эндотрахеальным наркозом с управляемым дыханием. Расширение пищевода производили бужами возрастающих калибров. Для этого выполняли гастротомию, а затем со стороны просвета желудка, по направлению снизу вверх, в просвет пищевода вводились расширители. Как только конец бужа появлялся в полости ротоглотки, он выводился наружу. Вслед за этим, к нему привязывали длинные лавсановые нитки. После чего они обратной тракцией бужа проводились в просвет желудка. К концам этих нитей, выступающих из полости рта, крепился протез. Осторожным потягиванием за концы ниток, проведенных в желудок и при участии анестезиолога, трубка вводилась через глотку в пищевод до упора расширенной её части в верхний полюс опухоли.

Избыточный нижний конец протеза отсекался в полости желудка. Для создания гибкости, при сохранении ригидности, на выступающую из пищевода часть трубки наносили 4–5 боковых прорезей. На этом все манипуляции по интубации пищевода завершались. Рана в желудке зашивалась наглухо.

Приём жидкой пищи пациент начинал на следующий день после операции. А через 2–3 дня приступал уже к кашецеобразной, запивая её водой. К лучевому лечению приступали после снятия швов с раны передней брюшной стенки. У всех пациентов телегамматерапию удалось выполнить в полном объеме (рис. 2).

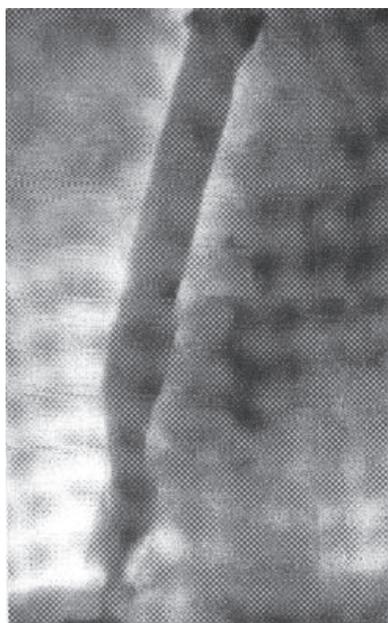


Рис. 2. Рентгенограмма пищевода после его реканализации

Гастростома была наложена 105 пациентам. Применялись методики Басова, Витцеля, Г.С. Топровера и И.Т. Шевченко («хоботок улитки»). В функциональном отношении они друг от друга существенно не отличались – при всех пищу приходилось вводить в желудок по трубке, минуя пищевод. Это вызывало у больных выраженный дискомфорт. Мало того, наблюдалось и вытекание содержимого желудка на кожу мимо трубки. Это сопровождалось разъеданием кожи вокруг гастростомы. Ситуацию удавалось нормализовать только за счет применения трубки-муфты, имеющей форму песочных часов. Она изготовлялась из поролона. Через её центр пропускалась пластмассовая трубка, а сверху губка окутывалась пленкой из полиэтилена, что пре-

дотвращало впитывание ею содержимого желудка. После кормления вход в трубку закрывался пробкой. Конструкция изделия обеспечивала герметичность желудка – узкая её часть тампонирует свищ на уровне самой брюшной стенки, а со стороны желудка и кожи это дополнительно делали ещё и конусовидные расширения. Однако ни у одного пациента лучевая терапия не была доведена до терапевтической дозы облучения.

**Результаты** лечения с применением любого способа гастростомии трудно отнести к положительным. После этой операции пациенты в среднем прожили 7,8 месяца, то есть, как и при одном лишь симптоматическом лечении. Исходя из этого, гастростомию можно отнести к операциям «отчаяния», ибо они жизнь пациентам не продляют, хотя и избавляют их от мучительной голодной смерти.

Продолжительность же жизни при неоперабельном раке пищевода удалось увеличить только при применении интубации пищевода. После этой операции, с последующим применением телегамматерапии, пациенты от первых симптомов заболевания в среднем жили до 15 месяцев, то есть это увеличение в среднем составило 6 месяцев. Особое значение в моральном плане имело то, что проходимость пищевода для измельченной пищи сохранялась у них до самой смерти.

### Выводы

Реканализацию пищевода можно оценить, как эффективное паллиативное хирургическое вмешательство, которое избавляет пациентов от дисфагии до последних минут их жизни и тем самым позволяет провести им лучевое лечение. При ней отсутствует мацерация кожи и другие патологические процессы, присущие гастростоме.

### Список литературы

1. Бородин И.М. Реканализация пищевода и кардии при неоперабельном раке // Вестник хирургии им. Грекова. – 1963. – Т. 90, № 1. – С. 55–57.
2. Ванцян Э.Н. Пищевод / Клиническая хирургия. Справочное руководство для врачей под редакцией Ю.М. Панцырева. – М., 1988, – С. 178–190.
3. Крейзберг Г.Я. К вопросу особенностей течения рака пищевода / Сборник научных трудов кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии // Гос. институт усов. врачей им. С.М. Кирова. – 1962, вып. 32. – С. 98–101.
4. Попов В.И., Филин В.И. Восстановительная хирургия пищевода. – М., 1965. – 310 с.
5. Топровер Г.С. Гастростомия. – Волгоград. – 1940. – 147 с.
6. Шевченко И.Т., Шапошников В.И. Рак пищевода / под редакцией Д.М. Абдурасулова. – Ташкент: Изд-во «Медицина» УзССР, 1972. – 124 с.
7. Coyas A. Palliative intubation in carcinoma of oesophagus / A. Coyas // Lancet. – 1955, 2.13. – 81–8.

УДК 591.1: 612.014/821/42

**ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ТЕСТАХ****Бахтиярова Ш.К., Капышева У.Н., Аблайханова Н.Т., Баимбетова А.К.,  
Жаксымов Б.И., Корганбаева А.А., Ыдырыс А., Болатхан М.Б., Даутова М.Б.***Институт физиологии человека и животных КН МОН РК, КазНУ имени аль-Фараби,  
Алматы, e-mail: mira06\_85@mail.ru*

В данной научной статье была дана оценка на основе проведенных различных тестах на разновозрастных крысах, таких как скрытый уровень эмоциональной тревожности и реакции на исследовательско-ориентационную деятельность. В проведенном нами исследовании были использованы 2 теста – «открытое поле», «приподнятый крестообразный лабиринт». Методика «открытое поле» (ОП) позволила исследовать врожденные особенности ориентировочно-исследовательского поведения и резистентности к стрессу по Холлу. Приподнятый крестообразный лабиринт (ПКЛ) позволил оценить степень тревожности, возникающую в результате стресса, вызванного высотой и необычностью ситуации – помещением на открытое освещенное пространство. Результаты исследования обработаны статистически с применением t-критерия Стьюдента и достоверность результатов принимали различие при  $p < 0,05$ .

**Ключевые слова:** когнитивная карта, мысленный план, открытое поле, приподнятый крестообразный лабиринт, груминг, реверс, болюсы

**BEHAVIOR OF ANIMALS IN VARIOUS TESTS****Bakhtiyarova Sh.K., Kapysheva U.N., Ablaykhanova N.T., Baimbetova A.K.,  
Zhaksymov B.I., Korganbaeva A.A., Ydyrys A., Bolatkhan M.B., Dautova M.B.***Institute of Human and Animal Physiology, Ministry of education and science of the republic of  
Kazakhstan, Almaty, e-mail: mira06\_85@mail.ru*

This paper is estimated based on various tests carried out on different-aged rats, such as a hidden level of emotional anxiety and reaction to research-orientational activity. In our experiment we used 2 tests – an open field test, an elevated cross-shaped labyrinth. The open field method (OF) allowed to investigate the innate features of the orienting-research behavior and resistance to stress along the Hall. The elevated cross-shaped labyrinth (ECSL) allowed to assess the degree of anxiety caused by stress caused by the height and unusualness of the situation – by placing it on an open illuminated space. The results of the study were statistically processed using the Student's t-test and the reliability of the results took a difference at  $p < 0,05$ .

**Keywords:** cognitive map, mental plan, open field, elevated cross-shaped labyrinth, grooming, reverse, boluses

Понятие «когнитивная деятельность животных» включает способность к разным видам обучения и элементы довербального мышления. У животного формируется некая «когнитивная карта», или «мысленный план» всех характеристик лабиринта, а затем по нему оно строит своё поведение. На формировании представлений основаны следующие виды обучения животных: латентное обучение; пространственное обучение; выбор по образцу; заучивание последовательностей. Не только в естественных условиях жизни, но и в спланированных экспериментах бывает трудно различить ассоциативное обучение и когнитивные процессы. Поведенческие адаптации у животных разновозрастных групп животных остаются до сих пор недостаточно изученными [1–3].

**Материалы и методы исследования**

Работа была выполнена на 60 взрослых белых лабораторных крысах массой 180–250 г. Животные были разделены на 4 возрастные группы по 15 крыс в каждой группе: 6-месячные (контроль), 12-месячные, 18-месячные, 24-месячные.

Животные содержались в стандартных условиях вивария в соответствии с правилами содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами, изложенными в книге «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными» (Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск, 2014).

В данном исследовании были использованы 2 теста – «открытое поле», «приподнятый крестообразный лабиринт».

**Методика «открытое поле» (ОП)** позволяет исследовать врожденные особенности ориентировочно-исследовательского поведения и резистентности к стрессу по Холлу [3].

Стандартная установка «Открытое поле», производство ООО «НПК Открытая наука» (2013 г.) представляла собой круглую арену диаметром 97 см, с высотой стенок 42 см, диаметр отверстий в полу 2 см, разделенную на 12 периферических и 7 центральных квадратов. В ОП оценивали: 1) ориентировочно-исследовательскую реакцию (ОИР) по числу пересеченных квадратов по периметру, по числу заглядываний в дырки, по числу вертикальных стоек (вертикальная двигательная активность, ВДА); 2) эмоциональную реакцию – по числу пересеченных квадратов в центре поля, времени нахождения в центральных квадратах ( $T_{ц}$ ); о ярком выражении пассивного страха судили по частоте груминга и количеству болюсов.

**Приподнятый крестообразный лабиринт (ПКЛ)** позволяет оценить степень тревожности, возникающую в результате стресса, вызванного высотой и необычностью ситуации – помещением на открытое освещенное пространство [4, 8]. Исследования проводили с использованием стандартной установки «Приподнятый крестообразный лабиринт», производство ООО «НПК Открытая наука». Время тестирования: 5 мин. Регистрируемые показатели: время пребывания в закрытых и открытых рукавах, число заходов в открытые и закрытые рукава, количество стоек, свешиваний с рукава, дефекаций.

Крысу помещали на центральную площадку, после чего в течение 5 минут регистрировали общее число заходов во все рукава, количество заходов в закрытые рукава (ЗР) лабиринта, выходов в открытые рукава (ОР), суммарное время пребывания в закрытых и открытых рукавах, вертикальную активность (число стоек) и время нахождения на центральной площадке. Оценка тревожности подопытных животных в приподнятом крестообразном лабиринте основывается на рефлексе предпочтения темного пространства и боязни высоты.

Результаты исследования обработаны статистически с применением t-критерия Стьюдента и достоверность результатов принимали различие при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

В тесте ОП исследовали ориентировочно-исследовательскую реакцию, уровень скрытого эмоционального напряжения, в тесте ПКЛ – уровень тревожности, в тесте ВЛМ – сохранность образа через определенный интервал времени, то есть состояние когнитивной функции у животного.

Полученные данные в тесте «Открытое поле» показаны в табл. 1. Из представленных в табл. 1 видно, что ориентировочно-исследовательская деятельность у животных с увеличением возраста снижается. Так, у 12-месячных крыс снижение двигательной активности было незначительным – количество пересеченных горизонтальных квадратов и стоек было на 2–5% меньше, чем у контрольных особей.

В возрастной группе 18-месячных половозрелых крыс число пересекаемых квадратов и регистрируемых стоек было меньше уже на 6–14%, по сравнению с контрольными данными. Минимальную активность проявили старые 24-месячные крысы – число пересеченных квадратов и стоек было на 7–25% меньше, чем в контроле. Поведение опытных групп животных в тесте «Открытое поле» демонстрирует снижение двигательной и исследовательской активности с увеличением возраста на 5,15 и 25% у 12 мес., 18 мес., 24 мес. животных соответственно. Показано, что с возрастом уровень скрытой тревожности растет – время груминга, число болюсов и реверсов постепенно увеличивается на 5–12% у молодых 12-мес. животных, на 14–44% у взрослых 18-мес. крыс, на 20–49% – у старых 24-мес. животных. Аналогично этому снижается время посещения центральных квадратов – у старых животных время нахождения в ярко освещенном центральном квадрате сократилось на 50%. На рис. 1 отражены показатели скрытого эмоционального напряжения и уровня страха.

Анализ поведенческих данных в тесте «Открытое поле» показал, что ориентировочно-исследовательская реакция, выражаемая в количестве стоек и горизонтальной двигательной активности, устойчивость нервных процессов, отражаемых в количестве реверсивных поворотов, времени посещения центральных ярко освещенных квадратов, вегетативная и эмоциональная реакция, определяемая по времени груминга с увеличением возраста экспериментальных животных постепенно снижается, что отражает естественное состояние снижения уровня активности мозговых процессов при старении. Следует отметить, что более молодые животные (12 мес.) показывают выраженную устойчивость нервной системы, умеренный уровень эмоционального и вегетативного поведения.

**Таблица 1**

Показатели поведенческих реакций животных в тесте «Открытое поле»

Показатель	Группа крыс по возрасту			
	6 мес. (контроль)	12 мес.	18 мес.	24 мес.
ДА	45,27 ± 2,25	47,44 ± 5,27*	46,36 ± 5,01*	45,08 ± 3,60*
ВА	6,41 ± 0,31	6,14 ± 0,97*	5,55 ± 0,54**	3,64 ± 0,44**
Т в центре, сек	5,66 ± 0,15	4,00 ± 0,10**	3,00 ± 0,12	2,32 ± 0,11
реверсы	2,06 ± 0,27	2,18 ± 0,29*	2,22 ± 0,33*	3,05 ± 0,33*
груминг, сек.	9,61 ± 0,11	11,39 ± 0,56*	13,89 ± 2,02*	14,00 ± 2,67*
болюсы, шт.	2,05 ± 0,02	2,29 ± 0,28**	2,39 ± 0,62*	2,44 ± 0,25*

Примечания: 1 – ДА – число пересеченных горизонтальных квадратов; 2 – ВА – число вертикальных стоек; 3 – Т в центре, с – время нахождения животных в центральной части открытого пространства в сек; \* –  $p \leq 0,05$ ; \*\* –  $p \leq 0,02$  по сравнению с данными 6-месячных крыс.

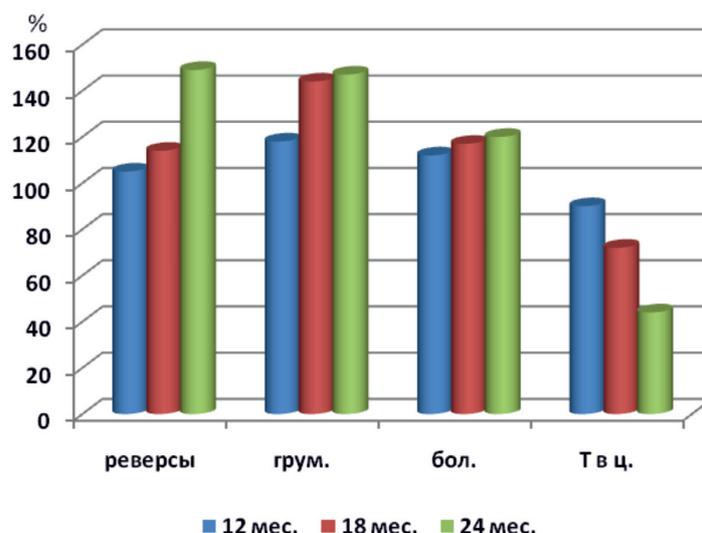


Рис. 1. Динамика роста показателей скрытой тревожности животных в зависимости от возраста (по сравнению с данными 6-месячных крыс, 100%)

Таблица 2

Показатели уровня тревожности экспериментальных животных в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт»

Показатель		Группа крыс по возрасту			
		6 мес.	12 мес.	18 мес.	24 мес.
Количество посещений	О	2,0 3 ± 0,05	1,5 ± 0,03	1,29 ± 0,88*	1,03
	З	1,53 ± 0,12	1,00 ± 0,03	1,53 ± 0,57*	1,50 ± 0,30*
Время пребывания	О	140,00 ± 5,89	100,00 ± 5,55	87,33 ± 6,50*	67,00 ± 6,60*
	З	160,00 ± 7	200,00 ± 13,56	221,60 ± 7,50*	231,00 ± 6,55*
Груминг	О	–	–	–	–
	З	11,52 ± 0,54	14,00 ± 1,13*	24,00 ± 5,13*	30,66 ± 8,06*
Кол-во стоек в рукавах	О	–	–	–	–
	З	1,76 ± 0,5	3,33 ± 0,9*	4,60 ± 0,50*	6,00 ± 0,54*
Кол-во свешиваний		2,10 ± 0,19	2,1 ± 0,19	2,40 ± 0,50*	3,00 ± 0,6*

Примечание. \* –  $p \leq 0,05$  по сравнению с данными 6-месячных крыс.

Данные, полученные в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт», представлены в табл. 2.

Уровень тревожности в ПКЛ оценивали по числу заходов в открытые и закрытые рукава в течение 5 минут (300 сек), числу свешиваний с рукавов и времени груминга [4, 8]. Как показано на рис. 2, а также в табл. 2, посещение открытых и закрытых рукавов в группе 6-месячных животных было одинаковым, в среднем по 2 захода, а время нахождения в рукавах составляло 47 и 53% от общего времени теста.

В других группах животных число посещений и время нахождения в открытых рукавах сокращалось, но увеличивалось в закрытых рукавах (рис. 3).

Анализ поведенческих показателей в тестах ОП и ПКЛ. Тест ОП является классической моделью конфликта двух мотиваций, двух врожденных реакций – стремление к исследованию нового окружения и реакцией избегания освещенных мест [5].

В связи с этим многие исследователи считают, что методика «открытого поля» создает условия для развития умеренного стресса, вызванного этими 2 факторами –

открытым пространством и ярким освещением, что способствует выявлению врожденных индивидуальных особенностей высшей нервной деятельности животных в норме и при действии различных экстремальных факторов [6–8].

При этом различные уровни ориентировочно-исследовательской активности (вертикальные стойки, пересеченные квадраты, частота посещения центральных квадратов) и эмоциональности (число дефекаций как вегетативная активность, частота и время груминга) отражают определенное функциональное состояние ВНД животных в условиях умеренного стресса.

Результаты исследований поведенческих данных в тесте «Открытое поле» по-

казали наличие умеренного уровня тревожности у взрослых и старых животных. Более молодые животные (6 и 12 мес.) показывают выраженную устойчивость нервной системы, умеренный уровень эмоционального и вегетативного поведения в тесте ОП.

В тесте ПКЛ животные в молодом 6-месячном возрасте показывают низкий уровень тревожности в незнакомой ситуации, по мере старения организма отмечается нарастание скрытой эмоциональной напряженности животных, выбор поведения с минимальными энергозатратами, то есть увеличение времени нахождения в закрытых рукавах, это состояние, близкое к естественному поведению.

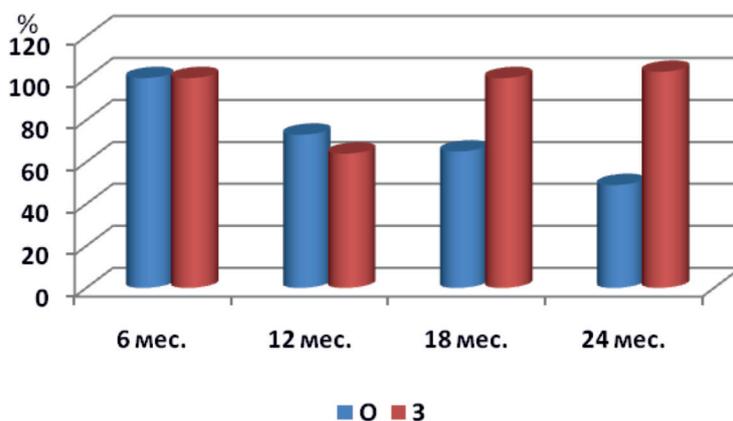


Рис. 2. Процент посещения открытых (O) и закрытых (З) рукавов животными в тесте ПКЛ

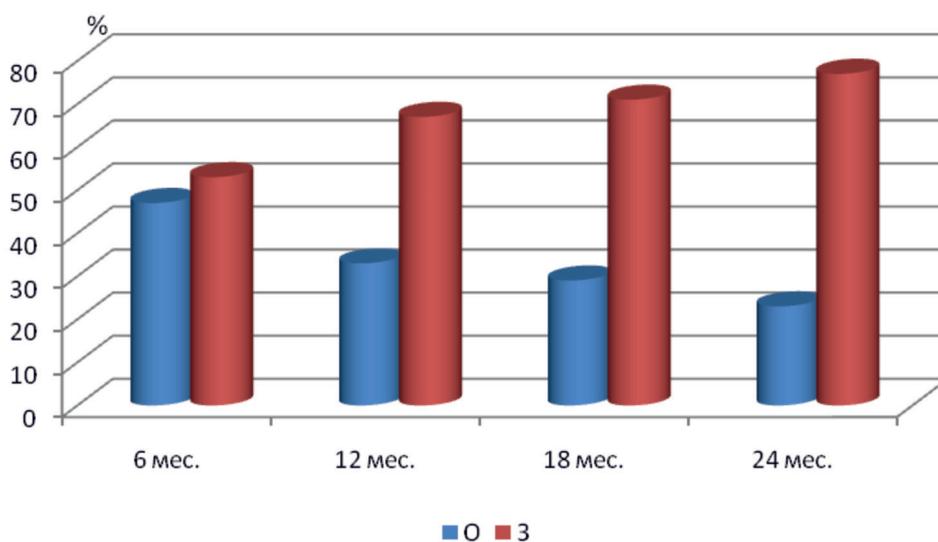


Рис. 3. Соотношение времени посещения открытых (O) и закрытых (З) рукавов животными в тесте ПКЛ по отношению к общему времени тестирования в %

Таким образом, животные (6 и 12 мес.) показывают выраженную устойчивость нервной системы, умеренный уровень вегетативного и эмоционального поведения в тесте «ОП» и низкий уровень тревожности в незнакомой ситуации в тесте «ПКЛ».

#### Список литературы

1. Зорина З.А., Полетаева И.И. Элементарное мышление животных. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 320 с.
2. Зорина З.А., Полетаева И.И. Поведение животных. – М.: Астрель, 2000. – 448 с.
3. Hall C.S. Emotional behavior in the rat. I., Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality // *J. Comp. Psychol.* – 1934. – V.18. – P. 385–403.
4. Быстрова М.Н., Демидова М.А., Гальчинская И.Л., Жолобов И.С. Исследование влияния различных лекарственных форм успокоительного сбора на поведение мышей в тесте «Приподнятый крестообразный лабиринт» // *Современные проблемы науки и образования.* – 2012. – № 2. – С. 25–28.
5. Судаков С.К., Назарова Г.А., Алексеева Е.В., Башкатова В.Г. Определение уровня тревожности у крыс: расхождение результатов в тестах «открытое поле», «крестообразный приподнятый лабиринт» и тесте Фогеля // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* – 2013. – Т. 155, № 3. – С. 7–12.
6. Ермаков В.А. Зоопсихология и сравнительная психология // *Учебно-методический комплекс.* – М.: Изд. центр ЕАОИ. – 2008. – 98 с.
7. Буреш Я. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. – М.: Высшая школа, 1991. – 390 с.
8. Капышева У.Н., Бахтиярова Ш.К., Баимбетова А.К., Жаксымов Б.И., Корганбаева А.С. Влияние мононуклеаров на когнитивные функции в разные сроки после трансплантации // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* – 2015. – № 9–2. – С. 279–283.

УДК 579.61

## ПРЕОДОЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ГЕНТАМИЦИНУ У МЕТИЦИЛЛИНОРЕЗИСТЕНТНЫХ ШТАММОВ СТАФИЛОКОККА

**Божкова С.А., Полякова Е.М., Краснова М.В.**

*ФГБУ «Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России,  
Санкт-Петербург, e-mail: ekaterinapolyakova@rambler.ru*

Рост антибиотикорезистентности микробных патогенов обуславливает необходимость поиска способов повышения эффективности лечения пациентов с инфекциями, вызванными устойчивыми штаммами возбудителей. Один из таких способов – поиск эффективных комбинаций уже известных лекарственных средств разных классов, обладающих синергидным действием. Цель данной работы: оценить *in vitro* активность комбинации гентамицина и диоксилина, обладающих принципиально различным механизмом антимикробного действия, в отношении штаммов метициллинорезистентных стафилококков. Для выяснения характера взаимодействия гентамицина и диоксилина в комбинации применяли последовательно два метода: «шахматной доски» и конструирования кривых гибели/роста тест-культуры при воздействии антимикробных агентов. В качестве тест-культур использовали 2 референс-штамма *S. aureus* ATCC 25923 и ATCC 6538, а также 2 резистентных к гентамицину клинических изолятов MRSA, выделенных от пациентов с инфекцией области хирургического вмешательства после эндопротезирования тазобедренного сустава. Установлена крайне невысокая активность диоксилина при воздействии как на штаммы устойчивые к метициллину (156 мкг/мл), так и чувствительные (39 мкг/мл). МПК гентамицина в отношении тестируемых изолятов MRSA в 4 раза превысила МПК для чувствительных к метициллину референс-штаммов. Однако применение антимикробных препаратов в комбинации потребовало существенно меньших их концентраций для эффективного подавления возбудителей. Метод кинетических кривых гибели/роста бактерий подтвердил синергидный характер взаимодействия гентамицина и диоксилина в отношении всех изученных штаммов *S. aureus*. Таким образом, усиление действия гентамицина с помощью разрешенного для системного использования химиопрепарата диоксидин обеспечивает потенцирование бактерицидного эффекта в отношении метициллинорезистентных штаммов стафилококков, что позволяет рассматривать возможность применения предложенной комбинации для лечения инфекций, вызванных полирезистентной стафилококковой флорой.

**Ключевые слова:** стафилококковая инфекция, гентамицин, диоксидин, эндопротезирование

## THE BREAKING OF RESISTANCE TO GENTAMYCIN IN METHICILLIN RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS STRAINS

**Bozhkova S.A., Polyakova E.M., Krasnova M.V.**

*Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics of Minzdrav of Russia,  
Saint-Petersburg, e-mail: ekaterinapolyakova@rambler.ru*

The increasing of the bacterial antibiotic resistance dictates the need for searching of new approaches for the treatment efficacy improvement in patients with infections caused by the resistant pathogens. One of the such approaches is the search of effective combinations of the known different class antibiotics, having of synergistic action. Aim of this study is to evaluate of *in vitro* combination activity of gentamycin and dioxydin, having different mechanism of antibacterial action to methicillin resistant strains. The chessboard method and the death growth curve models in presence of antibiotics were applied. *S. aureus* ATCC 25923 and ATCC 6538 strains, and also two gentamycin resistant MRSA strains, isolated from patients with surgical site infection after the hip joint replacement. The extremely low dioxydin activity both to methicillin resistant strains (156 mcg/ml), and methicillin sensitive strains (39 mcg/ml) was detected. The gentamycin MIC for the tested MRSA strains was four time higher than MIC for MSSA strains. However gentamycin and dioxydin MICs were substantially lower in case of the using of these antibiotics in combination with each other. The synergistic effect of the gentamycin and the dioxydin on all tested *S. aureus* strains was supported by the death growth curve method. Thus, the gentamycin effect by means of the dioxydin using provides of the potentiation of bactericidal effect on the methicillin resistant *S. aureus* strains. It allows to consider a possibility of using of the provided combination for the treatment of the infections caused by multiresistant staphylococci.

**Keywords:** staphylococcal infection, gentamycin, dioxydin, endoprosthesis replacement

В связи с повсеместным ростом резистентности микробных возбудителей к антибактериальным препаратам во всех областях медицины возрастает актуальность поиска путей повышения эффективности лечения пациентов с инфекциями, обусловленными устойчивыми штаммами патогенов. Создание новых антибактериальных препаратов, с одной стороны, имеет долговременный характер и требует значи-

тельных финансовых затрат, с другой – к сожалению, не всегда является эффективным способом борьбы с резистентными возбудителями, пластичность которых, а также их способность к выживанию практически безграничны. Это определяет необходимость искать новые подходы к решению данной проблемы, одним из которых является поиск эффективных комбинаций уже известных лекарственных средств разных

классов, обладающих синергидным действием. Такие комбинации обеспечивают бактерицидное действие и эффективное подавление гнойной инфекции, вызываемой, «трудными микроорганизмами», в частности метициллинорезистентными стафилококками. Из известных в настоящее время более 30 видов стафилококков основное клиническое значение имеют *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus epidermidis*.

Наиболее трудными для лечения являются инфекции, вызванные метициллинорезистентными штаммами *S. aureus* (MRSA) и *S. epidermidis* (MRSE), в частности инфекции области хирургического вмешательства после больших ортопедических операций. Распространенность штаммов MRSA в России высока. Несмотря на то, что по данным многоцентрового исследования в структуре бактериальных возбудителей нозокомиальных инфекций за 2011–2012 гг. доля *S. aureus* составила 16,7%, что сопоставимо с данными 2006–2008 гг. (19,5%), существенно увеличилась значимость метициллинорезистентных штаммов данного возбудителя. Доля MRSA составляла 33,4% в 2001–2002 гг. и 55,4% в 2006–2008 гг., возросла до 66,9% к 2011–2012 гг. [5]. Выделение метициллинорезистентных штаммов *S. aureus* и *S. epidermidis* из гнойного очага при перипротезной инфекции является неблагоприятным прогностическим признаком для эффективности антибактериальной терапии и лечения в целом. В РФ до настоящего времени препаратом выбора при MRSA- и MRSE-ассоциированных инфекциях остаётся гликопептидный антибиотик ванкомицин. Однако в настоящее время в научной медицинской литературе многие авторы отмечают снижение эффективности ванкомицина при антибактериальной терапии инфекций, вызванных метициллинорезистентными стафилококками, *in vitro* демонстрирующими чувствительность к ванкомицину [9]. Это определяет необходимость применения эффективных комбинаций уже известных лекарственных средств разных классов, обладающих синергидным действием в отношении лекарственноустойчивых микробных возбудителей. К примеру, сохранившие активность рифампицин и фузидиевую кислоту для достижения хорошего антистафилококкового эффекта необходимо сочетать с  $\beta$ -лактамами или фторхинолонами [8]. Многие зарубежные исследователи предлагают широко использовать комбинированную антибактериальную терапию при лечении инфекции протезированного сустава стафилококковой этиологии для усиления бактерицидного эффекта, воздействия на микробные био-

пленки и на клетки бактерий, расположенные внутриклеточно [8].

**Целью** настоящего исследования было оценить *in vitro* активность комбинации гентамицина и диоксицина, обладающих принципиально различным механизмом антимикробного действия, в отношении штаммов метициллинорезистентных стафилококков.

### Материалы и методы исследования

Для выяснения характера взаимодействия гентамицина и диоксицина в комбинации применяли последовательно два метода: «шахматной доски» и конструирования кривых гибели/роста тест-культуры при воздействии антимикробных агентов

Для метода «шахматной доски» в качестве тест-культур использовали 2 референс-штамма *S. aureus* ATCC 25923 и *S. aureus* ATCC 6538, а также 2 клинических изолята стафилококков, резистентных к гентамицину: штаммы MRSA 8074 и 8785, выделенные стандартными методами от пациентов с документированной инфекцией области хирургического вмешательства после эндопротезирования тазобедренного сустава. Все исследования проводили с трехкратным повторением на стандартных 96-луночных микропланшетах. Для оценки взаимодействия антибиотиков рассчитывали фракционный индекс ингибции (FIX – the fractional inhibitory index) по формуле

$$\text{FIX} = \text{FIC} (\text{одного антибиотика}) + \\ + \text{FIC} (\text{второго антибиотика}),$$

где FIC (fractional inhibitory concentrations) – фракционная ингибирующая концентрация исследуемого антибиотика, определяемая как отношение величины минимальной подавляющей концентрации (МПК) этого антибиотика в комбинации с МПК второго антибиотика. Характера взаимодействия препаратов определяли по величине коэффициента FIX согласно шкале: < 0,5 синергизм 0,5–4 индифферентность > 4 антагонизм.

Технически метод осуществляли следующим образом: в каждую лунку 96-луночного планшета вносили по 50 мкл питательного бульона Мюллера-Хинтона (МХБ). Антимикробные препараты титровали серийно двукратно: гентамицин с концентрации 2400 до 0 мкг/мл (ряды А-Н), диоксидин – с 2500 до 0 мкг/мл (колонки 1–12) (рис. 1).

Инокулом каждой тест-культуры (0,5 McFarland) готовили в стерильном изотоническом растворе. В каждую лунку вносили по 100 мкл инокулома и инкубировали планшет 18 ч при 37 °С. За МПК (в мкг/мл) принимали наименьшую концентрацию антимикробного средства, при которой не наблюдалось видимого роста микроорганизма. Далее для тестируемых штаммов *S. aureus* рассчитывали коэффициенты FIX. На основе значений фракционных коэффициентов FIC строили изоболограмму и оценивали ее характер.

Метод кинетических кривых гибели/роста бактерий заключался в построении зависимости гибели тестируемых штаммов стафилококков под действием гентамицина и диоксицина индивидуально и в комбинации. Готовили инокулом (0,5 McFarland) с последующим разведением до концентрации  $10^5$  КОЕ/мл в 10 мл среды МХБ, содержащей соответствующую концентрацию анти-

микробных средств: 1×МПК и 1/4×МПК. В данном эксперименте использовали значения МПК каждого препарата, установленные методом «шахматной доски» для эффективного подавления культуры возбудителя комбинацией гентамицина и диоксилина. Антимикробные комбинации изучаемых препаратов составляли из концентраций, соответствующих 1×МПК+1×МПК и 1×МПК+1/4×МПК каждого агента. Динамику роста тест-культур в МХБ без антибиотика использовали для определения контрольных значений КОЕ/мл. Пробирки инкубировали при 37°С. Отбор проб осуществляли на 0 ч, 2 ч и 6 ч, стандартным способом производили количественные высевы на чашки агаром Мюллера-Хинтон (МХА) с последующей инкубацией 18–24 ч. Подсчитывали число КОЕ на чашках. Данные выражали в виде Lg от числа выживших колониеобразующих единиц (LgКОЕ/мл). Результаты подсчета КОЕ в точках 0 ч и 24 ч использовали для оценки взаимодействия препаратов. Синергизм определяли как снижение величины КОЕ в 100 или более раз (на 2 Lg) через 24 ч в комбинации, при сравнении с индивидуальным наиболее активным антимикробным препаратом и как 100-кратное снижение КОЕ в сравнении с начальным инокулюмом. Потенцирование (аддитивность), или индифферентность, определяли как менее чем 10-кратное изменение в числе КОЕ на 24 ч при действии комбинации по сравнению с КОЕ при индивидуальном действии наиболее активного антимикробного препарата. Антагонизм определяли при возрастании числа КОЕ в 100 и более раз через 24 ч при действии комбинации в сравнении с наиболее активным индивидуальным препаратом.

Количественные результаты представлены в виде медиан, в качестве меры рассеивания использовали межквартильный интервал 25–75 % (МКИ 25–75 %).

### Результаты исследования и их обсуждение

Установленные по результатам 3-х экспериментов медианы МПК (табл. 1) показали крайне невысокую активность диоксилина при воздействии как на штаммы устойчивые к метициллину (156 мкг/мл), так и чувствительные (39 мкг/мл). Кроме того, МПК гентамицина в отношении тестируемых изолятов MRSA также в 4 раза превысила МПК для чувствительных к метициллину референс-штаммов. Однако применение антимикробных препаратов в комбинации потребовало существенно меньших их концентраций для эффективного подавления возбудителей.

Медианы коэффициентов FIC и FIX взаимодействия гентамицина и диоксилина свидетельствуют (табл. 2) об эффективном действии изучаемой комбинации в отношении всех тестируемых культур стафилококков. Величина итоговых коэффициентов FIX во всех случаях не превысила 0,5 и составила для всех штаммов 0,09–0,26, что характерно для синергидного действия препаратов. Установлено, что, несмотря на выявленное синергидное действие в отношении метициллинорезистентных изолятов стафилококков устойчивых к гентамицину, коэффициент FIX для них был выше, чем для референс-штаммов, чувствительных к метициллину и гентамицину.

		1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	
← Гентамицин (мкг/мл)	<b>A</b>	2400	-	-	-	-	-	-	-	18,8	-	-	-	-	
	<b>B</b>	1200	-	-	-	-	-	-	-	9,4	-	-	-	-	
	<b>C</b>	600	-	-	-	-	-	-	-	4,8	-	-	-	-	
	<b>D</b>	300	-	-	-	-	-	-	-	0	+	+	+	+	
	<b>E</b>	150	-	-	-	-	-	-	-	2,4	+	±	-	-	
	<b>F</b>	75,0	-	-	-	-	-	-	-	1,2	+	+	-	-	
	<b>G</b>	37,5	-	-	-	-	-	-	-	0,6	+	+	+	-	
	<b>H</b>	0	+	+	+	-	-	-	-	0	+	+	+	+	
			0	39	78	156	312	625	1250	2500		0	0,61	1,22	2,44
		← Диоксидин (мкг/мл)													

Рис. 1. Схема 96-луночного микропланшета для оценки эффекта комбинации двух антимикробных препаратов методом «шахматной доски» в отношении культуры клинического штамма MRSA 8074, резистентного к гентамицину. Примечание: «+» – рост тест-культуры в лунке; «-» – отсутствие видимого роста в лунке

Таблица 1

МПК исследуемых препаратов при индивидуальном и комбинированном воздействии на тестируемые штаммы (метод «шахматной доски»)

Штаммы	Гентамицин Ме (МИК 25–75%)		Диоксидин Ме (МИК 25–75%)	
	МПК	МПК в комбинации	МПК	МПК в комбинации
MRSA 8074	4,8	1,2	156	2,44
MRSA 8785	4,8	1,2	156	1,22
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0,029 (0,022–0,029)	0,0009 (0,0007–0,0009)	39	2,44
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	0,015	0,0009 (0,0009–0,0023)	39	2,44 (1,525–2,44)

Таблица 2

Результаты исследования взаимодействия гентамицина и диоксилина (метод «шахматной доски»)

Тест-штаммы	FIC гентамицин Ме (МКИ 25–75%)	FIC диоксидин Ме (МКИ 25–75%)	FIX Ме (МКИ 25–75%)
MRSA 8074	0,25 (0,25–0,25)	0,007 (0,007–0,0115)	0,26 (0,26–0,265)
MRSA 8785	0,61 (0,61–0,915)	0,008 (0,007–0,0117)	0,26 (0,26–0,262)
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0,031 (0,031–0,032)	0,063 (0,048–0,063)	0,094 (0,094–0,095)
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	0,06 (0,053–0,094)	0,063 (0,051–0,063)	0,122 (0,122–0,133)

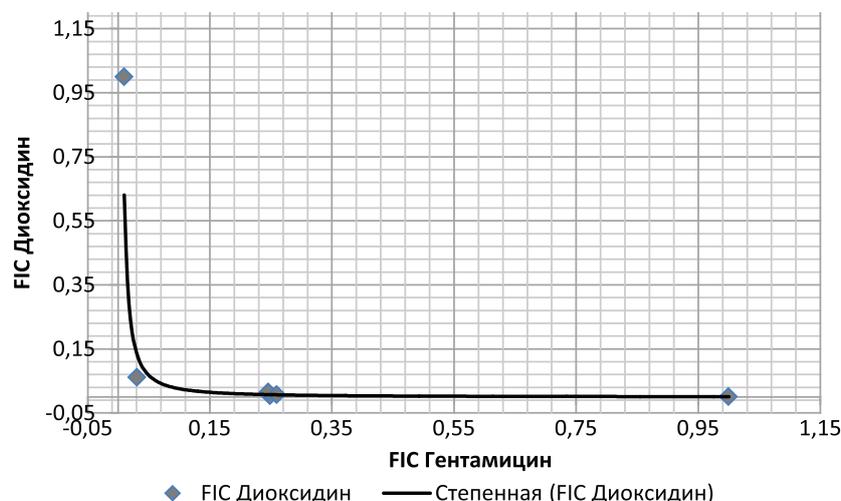


Рис. 2. Изоболограмма для тестируемых штаммов *S. aureus*, построенная по результатам оценки действия комбинации антимикробных препаратов гентамицина и диоксилина методом «шахматной доски»

Построенная на основе результатов проведенных экспериментов изоболограмма (рис. 2) характеризовалась вогнутой формой, что также соответствует синергидному взаимодействию гентамицина и диоксилина в отношении тестируемых штаммов стафилококков.

Метод кинетических кривых гибели/роста бактерий подтвердил синергидный

характер взаимодействия гентамицина и диоксилина в отношении всех изученных штаммов *S. aureus*. Далее в качестве примера приведены результаты оценки антимикробного действия исследуемых лекарственных средств в отношении клинического штамма MRSA8785. Не установлено подавления роста бактерий при индивидуальном воздействии на тест-штамм (рис. 3).

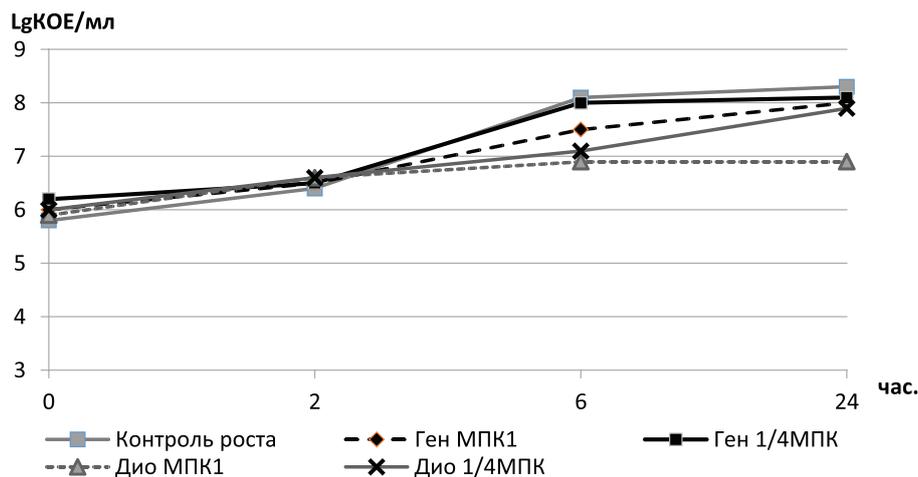


Рис. 3. Кинетические кривые гибели/роста штамма MRSA 8785 под индивидуальным воздействием различных концентраций гентамицина или диоксидина. Примечание здесь и рис. 3: Ген МПК1 и 1/4 МПК – гентамицин в концентрации 1,2 и 0,3 мкг/мл, Дио МПК1 и 1/4 МПК – диоксидин в концентрации 2,44 и 0,61 мкг/мл

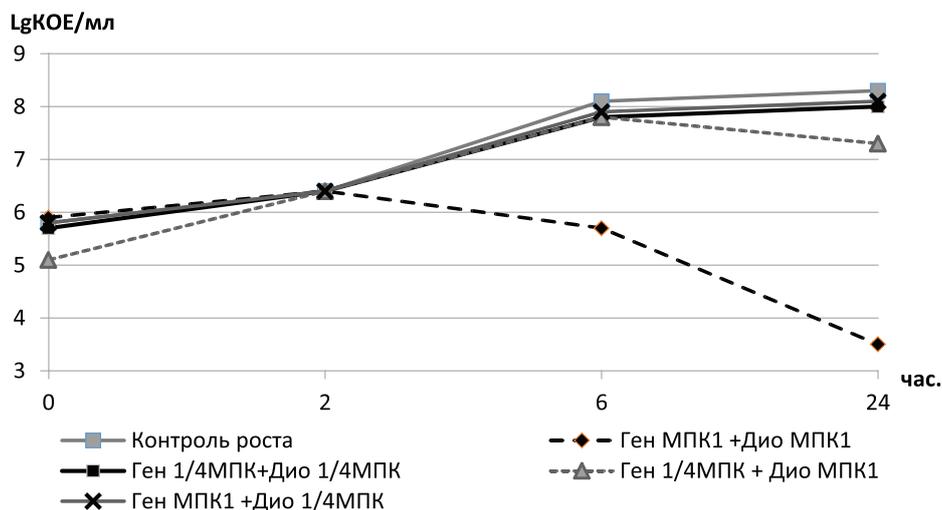


Рис. 4. Кинетические кривые гибели/роста штамма MRSA 8785 под воздействием комбинаций гентамицина и диоксидина в различных концентрациях

При этом наиболее активным анти-микробным компонентом был диоксидин в концентрации 2,44 мкг/мл, под воздействием которого к 24 часам от начала эксперимента концентрация инокулюма была 6,9 LgKOE/мл в сравнении с 8,3 в контроле и 8,0 при воздействии МПК гентамицина. В то же время комбинация гентамицина и диоксидина в субингибирующих концентрациях (1,2 мкг/мл и 2,44 мкг/мл соответственно) привела к снижению величины КОЕ/мл на 2,5 lg при сравнении с диоксидином в концентрации 2,44 мкг/мл и более чем 100-кратному снижению КОЕ/мл в сравнении с начальным инокулюмом (рис. 4).

В последние годы не только отдельные группы исследователей, но и многие рекомендации профессиональных ассоциаций по лечению различных инфекций призывают применять комбинации анти-бактериальных препаратов для преодоления резистентности у возбудителей. Синергизм – это усиление бактерицидного действия антибиотиков при их совместном применении. Гентамицин, препарат группы аминогликозидов, в отношении стафилококков обладает бактерицидным действием, однако метициллинорезистентные штаммы часто характеризуются ассоциативной устойчивостью к данному

антибиотику [5], что имело место и в нашем исследовании, когда оба клинических изолята MRSA демонстрировали устойчивость к гентамицину. Механизм действия данного антибиотика связан с ингибированием рибосомальных субъединиц 30S. Несмотря на то, что еще в 2003 г. комбинация гентамицина и ванкомицина показала высокую эффективность в лечении эндокардитов, вызванных *S. aureus* [10], данную комбинацию нельзя рекомендовать к широкому применению, так как у нее существуют нежелательные эффекты, а именно – нарастание нефро- и ототоксичности. В инструкции по медицинскому применению гентамицина имеются четкие указания о том, что следует избегать одновременного и/или последовательного системного или местного применения других нейтро- и/или нефротоксических средств, таких как цисплатин, цефалоридин, аминокликозидные антибиотики, полимиксин В, колистин, ванкомицин.

Неэффективность или потенциальная опасность доступных антимикробных препаратов при лечении тяжелых форм гнойной инфекции заставляет обращаться к альтернативным препаратам, к числу которых относится диоксидин. В основе механизма действия препарата лежит повреждение биосинтеза ДНК микробной клетки с глубокими нарушениями структуры нуклеоида уже при действии субингибирующих концентраций, при этом его активность существенно повышается в условиях анаэробноза со снижением величины МПК в 8–128 раз [6]. Повышение активности в анаэробных условиях характерно для всех производных ди-N-окси хиноксалина с антимикробной активностью и не описано для других классов антимикробных веществ. В этом принципиальное отличие механизма действия диоксидина от механизма действия других антимикробных препаратов. В условиях анаэробноза, в том числе и в очаге инфекции, диоксидин (и другие ди-N-окси) активизирует свободнорадикальные процессы, индуцируя образование так называемых активных форм. Диоксидин не кумулирует в почках при повторных введениях, что делает его комбинацию с гентамицином более безопасной, чем ванкомицин и гентамицин.

В последние годы возросло количество публикаций об изучении активности комбинации диоксидина и изониазида в отношении микобактерий туберкулеза, которые характеризуются высокой резистентностью к широкому перечню антимикробных препаратов [1], а также применению диок-

сидина в клинической медицине для профилактики вентилятор-ассоциированных пневмоний, в комплексном лечении хирургических инфекций, оторингологии [2, 3, 7]. Кроме того, опубликованные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что комбинация диоксидина с норфлоксацином характеризуется медленным развитием резистентности не только у стафилококков, но и грамотрицательных возбудителей. При этом приобретенная микроорганизмами устойчивость к данным препаратам нестабильна и восстановление чувствительности происходит относительно быстро [4]. Эти данные позволяют предположить, что комбинация диоксидина с гентамицином, обладающая синергидным действием, также не будет способствовать быстрому развитию приобретенной резистентности у штаммов возбудителей.

Таким образом, усиление действия гентамицина с помощью разрешенного для системного использования химиопрепарата диоксидин обеспечивает потенцирование бактерицидного эффекта в отношении метициллинорезистентных штаммов стафилококков. Данная комбинация, по видимому, способна эффективно подавлять гнойную инфекцию, не вызывая усиления нефротоксичности, так как диоксидин не вызывает изменения со стороны гломерулярного и тубулярного аппарата почек, что позволяет рассматривать возможность применения предложенной комбинации для лечения инфекций, вызванных полирезистентной стафилококковой флорой.

#### Список литературы

1. Гергерт В.Я., Попова О.А. Цитотоксичность и антимикробное действие препарата «хиксозид» // Туберкулез и социально значимые заболевания – 2014. – № 4. – С. 18–31.
2. Кулабухов В.В., Чижов А.Г., Кудрявцев А.Н. Эффективность и безопасность использования препарата «диоксидин» для деконтаминации полости ротоглотки при профилактике развития внутрибольничной пневмонии у пациентов с ИВЛ // Вестник интенсивной терапии. – 2013. – № 2. – С. 50–58.
3. Овчинников А.Ю., Егиян С.С. Эффективность антимикробного препарата диоксидин при лечении воспалительных заболеваний наружного и среднего уха // Вестник оториноларингологии. – 2016. – Т. 81, № 2. – С. 61–66.
4. Сашнина Л.Ю. Формирование резистентности и восстановление чувствительности бактерий к комплексному антимикробному препарату диоксинол // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 1. – С. 54–56.
5. Сухорукова М.В., Скленова Е.Ю., Иванчик Н.В., Тимохова А.В., Эйдельштейн М.В., Дехнич А.В., Козлов Р.С., Попов Д.А., Астанина М.А., Жданова О.А., Большева Г.С., Новикова Р.И., Валиуллина И.Р., Кокарева Т.С., Частоедова А.Н., Рог А.А., Поликарпова С.В., Гординская Н.А., Некаева Е.С., Абрамова Н.В., Доманская О.В., Землянская О.А., Горюнова Л.А., Скальский С.В., Елохина Е.В., Попова Л.Д., Божкова С.А., Гомон Ю.М., Кречикова О.И., Мищенко В.М.,

Рачина С.А., Стржж Ю.А., Гудкова Л.В., Колосова И.П., Ву-  
нукайнен Т.М., Ортенберг Э.А., Хохлявина Р.М., Портняги-  
на У.С., Шамаева С.Х., Матвеев А.С., Палютин Ш.Х., Вла-  
сова А.В., Ершова М.Г., Лебедева М.С., Веоктисова Л.В.,  
Гордеева С.А., Долинина В.В., Чернявская Ю.Л., Багин В.А.,  
Розанова С.М., Первалова Е.Ю. Антибиотикорезистент-  
ность нозокомиальных штаммов *Staphylococcus aureus*  
в стационарах России: результаты многоцентрового эпиле-  
миологического исследования МАРАФОН в 2011–2012 гг. // *Клиническая микробиология и антимикробная химиотера-  
пия*. – 2014. – № 4. – С. 280–286.

6. Падейская Е.Н., Шипилова Л.Д., Буданова Л.И. Фар-  
макокинетика диоксида, проникновение препарата в орга-  
ны и ткани при однократном и повторном введении // *Хим.  
фарм. журнал*. – 1983. – № 6. – С. 667–671.

7. Черданцев Д.В., Первова О.В., Дятлов В.Ю., Шап-  
кина В.А., Поздняков А.А. Современные возможности

санации брюшной полости при распространенном гной-  
ном перитоните // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. –  
2013. – № 10. – С. 32–37.

8. Aboltins C.A., Page M.A., Buisin K.L., Jenney A.W.,  
Daffy J.R., Choong P.F., Stanley P.A. Treatment of staphylococcal  
prosthetic joint infections with debridement, prosthesis retention  
and oral rifampicin and fusidic acid // *Clin Microbiol Infect.* –  
2007. – V. 13, № 6. – P. 586–591.

9. Howden B.P., Davies J.K., Johnson P.D., Stinear T.P.,  
Grayson M.L. Reduced vancomycin susceptibility in  
staphylococcus aureus, including vancomycin-intermediate  
and heterogeneous vancomycin-intermediate strains: resistance  
mechanisms, laboratory detection, and clinical implications //  
*Clin Microbiol Rev.* – 2010. – V. 23, № 1. – P. 99–139.

10. Le T. and Bayer A.S. Combination antibiotic therapy  
for infective endocarditis // *Clin. Infect. Dis.* – 2003. – V. 36. –  
P. 615–21.

УДК 582.28: 630\*283.9 (571.63)

## ГРИБ СИИТАКЕ (*LENTINULA EDODES* (BERK.) PEGLER) В ПРИМОРСКОМ КРАЕ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ПИЩЕВЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА

<sup>1,2</sup>Гуков Г.В., <sup>1,2</sup>Розломий Н.Г.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», Уссурийск,  
e-mail: gukovgv@mail.ru;

<sup>2</sup>ФНЦ Биоразнообразие ДВО РАН, Владивосток

На лесной территории южной части Приморского края произрастает дереворазрушающий гриб сиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler), плодовые тела которого обладают ценными пищевыми и лекарственными свойствами. Этот гриб занесён в «Красную книгу Приморского края», что обозначает запрет на сбор, употребление и продажу плодовых тел этого гриба. Авторами разработан способ выращивания ценного дереворазрушающего гриба сиитаке на больших площадях дубово-лиственных лесов, входящих в зеленую зону городов агломерата «Большой Владивосток», что даст возможность вывести этот гриб из «Красной книги Приморского края», увеличить сбор ценных недревесных ресурсов и одновременно повысить рекреационную роль этих лесов.

**Ключевые слова:** дереворазрушающие грибы, пищевые и лекарственные свойства, искусственное выращивание грибов

## MUSHROOM SHITAKE (*LENTINULA EDODES* BERK.) PEGLER) IN PRIMORYE TERRITORY: DISTRIBUTION, NUTRITIONAL AND MEDICINAL PROPERTIES

<sup>1,2</sup>Gukov G.V., <sup>1,2</sup>Rozlomi N.G.

<sup>1</sup>Primorskaya State Agricultural Academy, Ussuriysk, e-mail: gukovgv@mail.ru;

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Establishment of Science @Federal Scientific Center of Biodiversity of Ground Bioeth of Eastern Asia» of The Far Eastern Division of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok

The wood-destroying mushroom shitake (*Lentinula edodes* Berk.) Pegler) grows on the forest territory of the southern part of Primorsky Region, the fruit bodies of which have valuable nutritional and medicinal properties. This fungus is included in the «Red Data Book of Primorsky Krai», which means a ban on the collection, use and sale of fruit bodies of this fungus. The authors developed a method for growing a valuable wood-destroying fungus shitake on large areas of oak and deciduous forests in the green zone of the cities of the agglomerate «Big Vladivostok», which will make it possible to cross it out this fungus from the Red Data Book of Primorsky Region, to increase the collection of valuable non-timber resources and simultaneously enhance the recreational role these forests.

**Keywords:** wood-destroying fungi, food and medicinal properties, artificial cultivation of fungi

Все большее значение в питании современного человека приобретают грибы, как естественно растущие, так и культивируемые, которые представляют собой экологически чистый продукт с высокой пищевой ценностью. Грибы являются источником белка, минеральных солей, витаминов, комплекса других биологически активных веществ [1]. Среди культивируемых грибов одно их первых мест занимает гриб сиитаке, как по своим вкусовым качествам, так и, особенно, по лечебным свойствам.

Гриб сиитаке (шиитаке, японский лесной гриб, лентинула съедобная) относится к семейству Негниючниковые, роду лентинула. Шляпка 5–10 см, мясистая, выпуклая, охряно-коричневая, в центре темнее. Ножка тонкая, до 1 см толщиной, твердая, прочная на разрыв, одного цвета со шляпкой, гладкая. Гименофор пластинчатый, белый, со старением гриба приобретает коричневатый оттенок, сначала появляются

отдельные пятна, со временем верх и низ гриба приобретают одинаковый темно-коричневый цвет [2–4].

Родиной сиитаке являются Китай и Япония, где эти грибы выращиваются уже более 2000 лет. За последние десятилетия обнаружены разнообразные лечебные эффекты от приема сиитаке как в виде пищи, так и в виде лекарственных препаратов. С ростом новых научных подтверждений целебных свойств гриба увеличиваются масштабы его производства. За последние десятилетия мировое производство сиитаке превысило 800 тысяч тонн в год (второе место после шампиньонов), и эта цифра продолжает расти хорошими темпами.

Гриб сиитаке относится к дереворазрушающим грибам, сапротрофным макромицетам, которые используют для своего роста и развития органические вещества отмерших растительных остатков. Их называют также грибами-ксилотрофами, кото-

рые поселяются на мертвой древесине, разрушая её и используя продукты деградации в качестве источника углерода и энергии.

Наиболее крупными производителями этих грибов являются страны Юго-Восточной Азии, где первенство принадлежит Японии, Китаю и Корее. Естественно встречается этот гриб и на территории российского Дальнего Востока – в южных районах Приморского края и Сахалинской области. В Приморском крае он распространен на полуострове Муравьева-Амурского, в Лазовском, Партизанском, Шкотовском, Уссурийском и Хасанском районах, т.е. на северной границе своего ареала [5–11]. Произрастает на валежной древесине и порубочных остатках дуба монгольского (рис. 1, 2), очень редко на других лиственных породах. Иногда встречается и на растущих деревьях дуба, которые имеют в нижней части ствола повреждения коры в виде огневых ран, морозобойных трещин, механических повреждений и др. (рис. 3).

Японский ароматный гриб (шиитакэ, сиитакэ, лентинула) обладает широким спектром оздоравливающего действия. Он снижает уровень холестерина в крови, регулирует сердечно-сосудистое давление, препятствует образованию раковых клеток. При регулярном и в разумных количествах употреблении этого гриба в пищу в организме человека активизируются защитно-иммунные свойства, замедляется процесс старения, повышаются антивирусные, антибактериальные, противогрибковые и другие защитные функции организма, легче преодолеваются стрессовые ситуации. Подобно легендарному женьшеню, гриб шиитакэ заслуженно называют эликсиром жизни.



*Рис. 1. Гриб шиитакэ на спеленных и брошенных на лесосеке деловых стволах дуба монгольского*

В Приморском крае в производных кедрово-широколиственных лесах длительное время ведутся выборочные рубки дуба монгольского, на его порубочных остатках уже на 4–5 год появляются плодовые тела лентинулы.

На полуразложившихся субстратах гриб плодоносит ежегодно и имеет наиболее продолжительный период плодоношения. Первые его плодовые тела появляются уже в середине мая, последний урожай можно еще собирать в ноябре, когда на почве уже появляются заморозки (рис. 4). На одних и тех же порубочных остатках гриб плодоносит в течение всего вегетационного периода. От появления крошечных, с булавочную головку, коричневатых шариков до хорошо развитого гриба, с диаметром шляпки до 10 (20) см и массой до 80 (100) граммов проходит в среднем 10 дней. После этого срока плодовое тело гриба, в зависимости от погодных условий, начинает терять влагу и в полусухом состоянии остается достаточно долго. В этом виде он вполне пригоден для дальнейшего хранения и использования, как в сухом естественном виде, так и в измельченном, порошкообразном (рис. 5). При высокой влажности и частых осадках спелый гриб в лесу набирает влагу, быстро чернеет и загнивает. На этом же субстрате (пне, крупных и мелких сучьях, откомлевках, брошенных дровяных стволах) постоянно формируются новые плодовые тела, и на крупных порубочных остатках можно увидеть десятки грибов, находящихся на разных стадиях своего развития.

Для обозначения статуса охраны видов приняты и используются категории видов в соответствии с концепцией Международного Союза Охраны Природы (МСОП). В настоящее время для оценки статуса охраны видов существует 9 категорий МСОП. По этим категориям описываются все виды (растения, животные, насекомые и т.д.) на определенной территории (район, край, область, республика, страна, континент), используя следующие международные обозначения [12]:

1. «NE – Неоцененные». Таксоны, не подвергнувшиеся оценке по критериям.
2. «DD – Недостаток данных». Таксоны, включенные в анализ, но не дающие полной информации по численности (или ареалу) для оценки прямой или косвенной оценки риска исчезновения. Две первые категории таксонов нуждаются в дополнительных комплексных исследованиях и в силу этого таксоны с этими критериями не могут быть внесены в Красные книги.
3. «EX – Исчезнувшие». Таксон относится к этой категории, если нет оснований для сомнений в том, что последний индивидуум погиб.
4. «EW – Исчезнувшие в дикой природе». Таксоны, сохраненные человеком в искусственной среде (ботанических садах, зоопарках, аквариумах и т.д.).



Рис. 2. Плодоношение гриба шиитаке на откомлевках дуба



Рис. 3. Гриб шиитаке на растущем, но поврежденном низовым пожаром стволе дуба

5. «CR – на грани исчезновения, находящиеся в критическом состоянии». Таксон оказывается в условиях крайне высокой степени риска исчезновения в ближайшем будущем.

6. «EN – Угрожаемые, находящиеся в опасном состоянии». Степень риска исчезновения таксона в природе в недалеком будущем очень велика.

7. «VU – Уязвимые». Степень риска исчезновения таксона в природе в будущем довольно высока.

8. «NT – Находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому». Степень риска исчезновения незначительна.

9. «LR – Низкая степень риска». Таксоны этой категории подразделяются на «Зависимые от мер охраны», «Почти под угрозой», «Мало уязвимые». Японский ароматный гриб (*Lentinula edodes* (Berg.) Pegler) занесен в Красную книгу Приморского края со статусом VU – уязвимый.

Шиитаке или японский ароматный гриб, занесен в Красную книгу Приморского края со статусом VU – уязвимый [13], что обозначает, что сбор, употребление и продажа плодовых тел этого гриба запрещены. Все «краснокнижные» виды растений (гриб – это тоже растение) нуждаются в особом внимании государства и служат объектом правовой охраны. За сбор этих грибов грибника могут задержать, выписать штраф или вынести другое наказание.

Гриб, обладающий ценными пищевыми и лекарственными свойствами, полностью

защищен юридически от его использования местным населением. В настоящее время руководители края взяли курс на активное развитие региональной экономики, что неизбежно повлечет за собой увеличение нагрузки на окружающую среду. Появился повышенный спрос на пищевые и лекарственные растения Приморского края, в том числе и на дереворазрушающие грибы, обладающие этими свойствами.

Лентинула еще тысячелетия назад искусственно выращивалась и сохраняла здоровье многим поколениям людей в большинстве стран Юго-Восточной Азии, а вот в Приморском крае, где ее естественные запасы грибов исчисляются сотнями килограммов, плодовые тела недоступны для сбора, переработки и употребления.

Кратко напомним биологию этого грибного растения. Лентинула в Приморском крае заражает и развивается в основном на полуразложившейся древесине дуба монгольского, т.е. на валеже, порубочных остатках, несгоревшей в результате лесных пожаров остатках крупной древесины и т.д. Заражение этим грибом происходит с помощью многочисленных спор, от прорастания спор до появления первых плодовых тел проходит 3–4 года. Следовательно, в размножении этого пищевого и лекарственного вида грибов человек участвует косвенно, проводя различные виды рубок в чистых или смешанных дубовых или хвойно-широколиственных лесах, а также как виновник в возникновении лесных пожаров. Как же

влияет сбор плодовых тел этого гриба на сохранность его популяции? Зрелый гриб имеет ножку, очень твердую и прочную, которую нельзя сломать и оторвать от субстрата, мицелий гриба так густо и крепко пронизывает заболонь древесины, что ножку гриба можно срезать только ножом. Следовательно, при сборе грибов мицелий совершенно не повреждается. Плодовые тела лентинулы появляются в течение всего вегетационного периода – с мая по ноябрь, поэтому всегда останутся на порубочных остатках дуба плодовые тела, которые и будут выполнять роль семенников, носителей спор. Мы считаем, что своевременный сбор доброкачественных (без признаков старения и гниения) плодовых тел лентинулы не должен отразиться на расширении ареала и урожайности этих грибов.



Рис. 4. Грибы шиитаке, собранные на лесном участке ПГСХА 10 ноября 2012 г.



Рис. 5. Собранные в естественных условиях сухие грибы шиитаке вполне пригодны для дальнейшего использования

Итак, сбор плодовых тел японского ароматного гриба существенно не влияет на снижение его урожайности в последующие годы. Почему же местные жители Примор-

ского края не могут воспользоваться дарами природы, собирать грибы, используя их в свежем или в сухом, порошкообразном, маринованном, замороженном и другом виде в пищевых и лекарственных целях? Спелый гриб будет товарным всего несколько дней (от 3 до 5), в дальнейшем он засыхает или (при большой влажности) чернеет и превращается в черную слизь.

Нами разработан способ выращивания ценного дереворазрушающего гриба шиитаке на больших площадях дубово-лиственных лесов, входящих в зеленую зону городов агломерата «Большой Владивосток». Способ довольно прост в исполнении и состоит из двух этапов.

**1. Заготовка субстрата. Создание порубочных куч.** Основные площади зеленой зоны занимают вторичные дубовые леса, с преобладанием дуба монгольского и участием ряда лиственных пород – берез маньчжурской и даурской, осины, ольхи и др. Так как дуб является основным микоризообразователем, то и будущий субстрат для многих предназначенных к искусственному выращиванию грибов будет состоять в основном из древесины дуба. В отдельных, более пониженных, местах вырубается несколько деревьев, стволы и ветви разделяются на 1–2-метровые отрезки и укладываются в кучи в виде порубочных остатков. Размеры куч должны иметь до 2–3 м по диаметру и до 1,5 м в высоту. Кучи рекомендуется располагать в тени оставшихся деревьев или их групп, чтобы не допустить быстрого их высыхания. При укладке сучьев и хвороста в кучи следует стремиться сделать её более плотной и компактной. Для этого более толстые и крупные части стволов и сучьев укладывают в нижнюю часть кучи с таким расчетом, чтобы они плотно ложились на землю. Готовую кучу полезно сверху придавить крупномерным тяжелым отрезком ствола. Предварительно предполагается разместить на 1 га 4–5 таких куч, при положительных результатах количество мест произрастания в зелёной зоне лесов дереворазрушающих грибов можно увеличить.

**2. Заражение разлагающихся куч мицелием дереворазрушающих грибов.** Прележав 2–3 года во влажных кучах, древесина твердолиственных пород (дуба монгольского) разлагается, теряет структуру, что дает возможность спорам грибов, попавшим в заготовленные кучи, прорасти и образовывать нити грибов, под названием мицелий. Разрастаясь, мицелий извлекает из разлагающейся древесины воду с различными минеральными веществами и образует в ближайшие годы плодовые тела. Сам процесс заражения куч мицелием дерево-

разрушающих грибов довольно прост и не требует значительных денежных и материальных затрат. Для выполнения работ потребуется машина высокой проходимости (или небольшой трактор с тележкой) и несколько рабочих, вооруженных мотопилами и топорами.

урожай съедобных дереворазрушающих грибов можно будет созданием новых порубочных куч, заразив их со временем мицелиями новых съедобных и лекарственных грибов. Увеличение ареала и продуктивности ценного японского ароматного гриба на территории южной части Приморского



Рис. 6. Порубочные остатки дуба монгольского через 2–3 года после рубки



Рис. 7. Плодовые тела гриба шиитаке через 5–10 лет на порубочных остатках дуба

Транспорт с рабочими по сохранившимся лесовозным дорогам пробирается к старым кучам порубочных остатков дуба монгольского, на древесине которых уже несколько лет произрастают плодовые тела шиитаке. Рабочие извлекают из куч отдельные зараженные мицелием части древесины, грузят их на имеющийся транспорт и перевозят к местам тех порубочных куч, которые были заготовлены несколько лет назад. Отдельные куски древесины, зараженные мицелием, размещают в нижней части этих куч, стараясь при этом избежать их дальнейшего пересыхания. В ближайшие годы разрастающаяся микориза заразит всю древесину куч, потерявших структуру, и на этих порубочных кучах должны появиться плодовые тела. Со временем регулировать

края даст возможность вывести этот гриб из «Красной книги Приморского края», увеличить сбор ценных недревесных ресурсов и одновременно повысить рекреационную роль этих лесов.

#### Список литературы

1. Васильева Л.Н. Съедобные грибы Дальнего Востока / Л.Н. Васильева. – Владивосток: Дальиздат, 1978.
2. Булах Е.М. Редкие и новые для России виды Базидиальных грибов из Приморского края / Е.М. Булах, О.К. Говорова // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34. вып. 2. – С. 21–25.
3. Булах Е.М. Грибы – источник жизненной силы / Е.М. Булах. – Владивосток: «Русский остров», 2001. – 64 с.
4. Булах Е.М. Грибы лесов Дальнего Востока России / Е.М. Булах. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – 404 с.
5. Гуков Г.В. Биологическая продуктивность *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler в Приморском крае / Г.В. Гуков,

- В.Г. Иванов, П.А. Комин. – Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА. – Иркутск, 2012. – вып. 53. – С. 52–58.
6. Гуков Г.В. Критерий сохранности японского ароматного гриба (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler в Приморском крае / Г.В. Гуков, В.Г. Иванов, П.А. Комин, Н.Г. Розломий, Т.В. Костырина // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2015. – Т. 6, вып.6 (ноябрь–декабрь) – С. 1920–1924.
7. Кадастр растений и грибов заповедника «Кедровая падь». – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 156 с.
8. Комин П.А. Особенности биологии гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) на территории лесного участка ПГСХА «Реликт Приморья» / *Вестник КрасГАУ*. – 2016. – № 6. – С. 27–31.
9. Флора, микобиота и растительность Лазовского заповедника. – Владивосток: Русский остров, 2002. – С. 202–216.
10. Флора, растительность и микобиота заповедника «Усурийский». – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 300 с.
11. Gukov G.V., Rozlomy N.G. Wood-destroying fungi and problems of their artificial breeding // *European applied sciences*. – 2014. – № 4. – P. 5–8.
12. Заварзин А.А., Е.Э. Возможности применения глобальных категорий и критериев Красного списка Всемирного союза охраны природы на региональном уровне / А.А. Заварзин, Е.Э. Мучник // *Ботанический журнал*. – 2005. – Т. 90. № 1. – С.105–218.
13. Красная книга Приморского края. Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. Официальное издание. – Владивосток, 2008. – 687 с.

УДК 579.222.4: 550.72: 631.823

## ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-, МАРГАНЕЦ- И ФОСФАТРЕДУЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ ПРИ ДЕСТРУКЦИИ ДИАТОМИТА, ЦЕОЛИТА И БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ

Козлов А.В., Уромова И.П.

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: a.v.kozlov\_ecology@mail.ru*

В условиях лабораторных экспериментов было изучено 30-дневное изменение численности живых микробных клеток литотрофных и органотрофных фосфатредуцирующих бактерий, а также Fe- и Mn-окисляющих бактерий, свободной кислотности и общей минерализации систем «порода – культура», происходящие при биохимической деградации природных кремнийсодержащих пород – диатомита, цеолита и бентонитовой глины. Бактерии были выделены из дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы Нижегородской области. Было установлено, что численность фосфатредуцентов-литотрофов имела наибольшее увеличение при деградации цеолитовой породы (до  $26,19 \times 10^9$  клеток/1 мл), оказалась на среднем уровне при деградации бентонитовой глины ( $23,68 \times 10^9$  клеток/1 мл) и была минимальной при минерализации диатомита (до  $19,14 \times 10^9$  клеток/1 мл). Фосфатредуцирующие органотрофные бактерии давали максимальную численность на варианте с бентонитом (до  $64,10 \times 10^9$  клеток/1 мл), среднюю – на варианте с цеолитом (до  $42,18 \times 10^9$  клеток/1 мл) и минимальную – на варианте с диатомовой породой (до  $29,34 \times 10^9$  клеток/1 мл). Также было выявлено, что экспозиция эксперимента с бактериями литотрофного типа питания (в том числе с Fe- и Mn-окисляющей культурами) давала двухпиковую жизнеспособность клеток вне зависимости от изучаемой породы, в то время как в опытах с бактериями органотрофного типа питания один пик численности стабильно приходился на 12–15-ый дни эксперимента. Пики наибольших концентраций растворенных соединений в бактериальных суспензиях приходились на 5-ый – 10-ый дни культивирования в зависимости от породы и самой бактериальной культуры. Свободная кислотность всех бактериальных систем стремилась в сторону нейтрального и слабощелочного диапазонов, что, очевидно, связано с растворением Ca- и Mg-содержащих микроструктур исследуемых материалов.

**Ключевые слова:** численность бактерий, свободная кислотность бактериальной суспензии, минерализация бактериальной суспензии, литотрофные и органотрофные фосфатредуцирующие микроорганизмы, железо- и марганец-окисляющие бактерии, биохимическая деградация пород, диатомит, цеолит, бентонитовая глина

## CHANGE OF MICROBIOLOGICAL SYSTEM PARAMETERS OF IRON-, MANGANESE- AND PHOSPHATE-REDUCTION OF BACTERIA AT DESTRUCTION OF DIATOMITE, ZEOLITE AND BENTONITE CLAY

Kozlov A.V., Uromova I.P.

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: a.v.kozlov\_ecology@mail.ru*

In the conditions of laboratory experiments 30-day change of number of living microbic cells lithotrophic and organotrophic phosphate-destruction of bacteria, and also Fe-and the Mn-oxidizing bacteria, free acidity and general mineralization of the breed culture systems, occurring at biochemical degradation of natural siliceous breeds – diatomite, zeolite and bentonite clay has been studied. Bacteria have been allocated from the cespitose-podsolic sandy loamy soil of the Nizhny Novgorod Region. It has been established that the number of lithotrophic phosphate-destruction had the greatest increase at degradation of zeolite breed (to  $26,19 \times 10^9$  cages / 1 ml), it was at the average level at destruction of bentonite clay ( $23,68 \times 10^9$  cages / 1 ml) and I was minimum at a diatomite mineralization (to  $19,14 \times 10^9$  cages / 1 ml). The organotrophic phosphate-destruction bacteria gave the maximum number on option with bentonite (to  $64,10 \times 10^9$  cages / 1 to ml), average – on option with zeolite (to  $42,18 \times 10^9$  cages / 1 ml) and minimum – on option with diatomite breed (to  $29,34 \times 10^9$  cages / 1 ml). Also it has been revealed, that the experiment exposition with bacteria of lithotrophic type of food (including with Fe-and Mn-oxidizing cultures) gave two-peak viability of cages regardless of the studied breed, while in experiences with bacteria of organotrophic type of food one peak of number steadily fell on the 12–15th days of an experiment. The peaks of greatest concentration of dissolved connections in bacterial suspensions fell on the 5th – the 10th days of cultivation depending on breed and the most bacterial culture. Free acidity of all bacterial systems aspired towards neutral and alkalinescent ranges that, obviously, is connected with dissolution of Ca-and the Mg-containing microstructures of the studied materials.

**Keywords:** number of bacterial cages, free acidity of bacterial suspension, mineralization of bacterial suspension, lithotrophic and organotrophic phosphate-destruction microorganisms, iron- and manganese-oxidizing bacteria, biochemical degradation of breeds, diatomite, zeolite, bentonite clay

Почвоведение одним из факторов почвообразования считает участие микробиологических форм жизни одним из ведущих факторов почвообразования – от первичного разрушения образующих почвы пород

и вплоть до формирования самостоятельных генетических горизонтов почвенного профиля с последующей эволюцией почвенного покрова [3, 9, 10]. Однако в настоящее время в прикладных исследованиях биоло-

гии почв имеется пробел о функциональных особенностях биохимического взаимодействия вещества используемых удобрений и почвенных кондиционеров с деструкционной функцией обитающих в почве бактерий, которые принимают в этих процессах непосредственное участие [2, 5]. В особенности такая недостаточность имеется в части эффектов от прямого биохимического воздействия почвенных железо-, марганец- и фосфатредуцирующих бактерий на вещество природных кремнийсодержащих материалов [5].

Фосфатазы (фосфогидролазы, фосфорилазы – НКФ 3.1.3.17) – достаточно обширная группа ферментов, относящихся к классу гидролаз, биохимическое действие которых направлено на гидролиз разнообразных фосфорорганических соединений по фосфоэфирным связям. Данный ферментный комплекс выделяется большинством почвообитающих бактерий, как литотрофного, так и органотрофного типов питания. В результате данных процессов происходит отщепление остатков фосфорной кислоты, и фосфор органических радикалов переходит в свободное состояние. В почвах обнаружены различные фосфогидролазы: группа кислых и щелочных фосфатаз, гидролизующих моноэфиры фосфорной кислоты (глицерофосфаты, сахарофосфаты и т.д.); фитазы – особая специфическая группа, отщепляющая остатки фосфорной кислоты от фитина; группа нуклеаз (дезоксирибонуклеазы, рибонуклеазы), которые катализируют реакции деполимеризации нуклеиновых кислот [7, 8].

В связи с этим возникает необходимость в изучении прямого (контактного) взаимодействия различных фосфатредуцирующих бактерий почвы с природными высококремнистыми материалами, используемых в современной практике агрономического почвоведения.

### Цель исследования

Целью исследования в настоящей работе явилось изучение динамики свободной кислотности, общей минерализации культуральной жидкости, а также численности клеток накопительной природной культуры двух групп фосфатредуцирующих бактерий (литотрофного и органотрофного типов питания), а также железо- и марганец-окисляющих бактерий дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы Нижегородской области, при биохимической деструкции природных высококремнистых материалов, используемых в наших полевых исследованиях.

### Материалы и методы исследования

Исследование было проведено в 2017 году на базе экологической и биотехнологической лабораторий ФГБОУ ВО «НГПУ им. К. Минина», оно представляло собой серию микробиологических постановочных опытов с высококремнистыми материалами различного генезиса (диатомит Инзенского, цеолит Хотынецкого и бентонитовая глина Зырянского месторождения). Породы подвергались бактериальной деструкции культурами фосфатредуцирующих, а также Fe- и Mn-окисляющих бактерий.

Культуру фосфатредуциров-литотрофов получали на жидком питательном агаре Муромцева (АМУР) в виде его засева навеской почвы и семи суточного выращивания микробомассы при +26°C. Культуру фосфатредуциров-органотрофов получали на питательном агаре Менкиной (АМЕН), комплекса железо-окисляющих бактерий – на жидком агаре Бромфильда (АБ), а марганец-окисляющих – на жидком агаре Крумбайна (АК) [1, 4, 6].

Затем производился засев кремнийсодержащих материалов полученными суспензиями бактерий, после чего производилось 30-суточное культивирование систем «культура – порода». Через определенное время производилось определение жизнеспособности культуральной жидкости в виде численности живых клеток бактерий с помощью люминесцентной микроскопии с акридином оранжевым [8] на микроскопе «БиоТех-330-LED2-Tr», а также определение свободной кислотности (водородного показателя pH) микробных суспензий без гомогенизирования бактериальных клеток потенциметрическим методом с помощью pH-метра МАРК-903 и определение общей минерализации бактериальной суспензии кондуктометрическим методом с помощью кондуктометра DIST-3 HANNA.

Статистическая обработка выполнялась с помощью вариационного анализа данных в программе Excel; повторность в опытах четырехкратная.

### Результаты исследования и их обсуждение

Данные табл. 1 отражают динамику численности железо- и марганец-окисляющих микроорганизмов, участвующих в деструкции кремнийсодержащих материалов.

Главной выявленной особенностью данных систем явилось двухпиковое увеличение численности клеток, которое приходилось в основном на 5-ый день на варианте с диатомитом (до  $130,0 \times 10^6$  и  $152,9 \times 10^6$  клеток/мл) и цеолитом (до  $374,3 \times 10^6$  и  $190,0 \times 10^6$  клеток/мл), а также на 7-ой день на варианте с бентонитовой глиной (до  $157,0 \times 10^6$  и  $210,4 \times 10^6$  клеток/мл). Второй пик численности приходился, как правило, на 15–20-ый дни культивирования.

На рис. 1 и 2 представлена 30-дневная динамика численности живых клеток накопительной природной культуры соответственно литотрофных и органотрофных фосфатредуцирующих бактерий дерново-подзолистой почвы в системе «порода – культура».

Таблица 1

Динамика численности железо- и марганец-окисляющих бактерий в системе «порода – культура» при деградации высококремнистых пород

Численность, $\times 10^6$ клеток/мл	День учета жизнеспособности культуры									
	1	3	5	7	10	12	15	20	25	30
Fe-окисляющие бактерии (АВ)										
Диатомит	22,1	54,9	130,0	86,6	63,3	92,4	180,1	240,6	92,5	44,4
Цеолит	48,0	120,6	374,3	200,7	28,0	151,4	184,6	48,2	16,8	1,2
Бентонит	36,2	66,8	100,0	157,0	63,6	84,9	101,2	64,9	36,1	12,5
Mn-окисляющие бактерии (АК)										
Диатомит	12,4	32,9	152,9	73,3	91,4	214,7	604,8	96,8	60,7	32,0
Цеолит	62,1	80,4	190,0	154,7	120,0	361,8	456,4	150,0	96,2	60,0
Бентонит	22,7	71,3	170,0	210,4	110,0	90,1	128,8	325,9	148,2	84,9

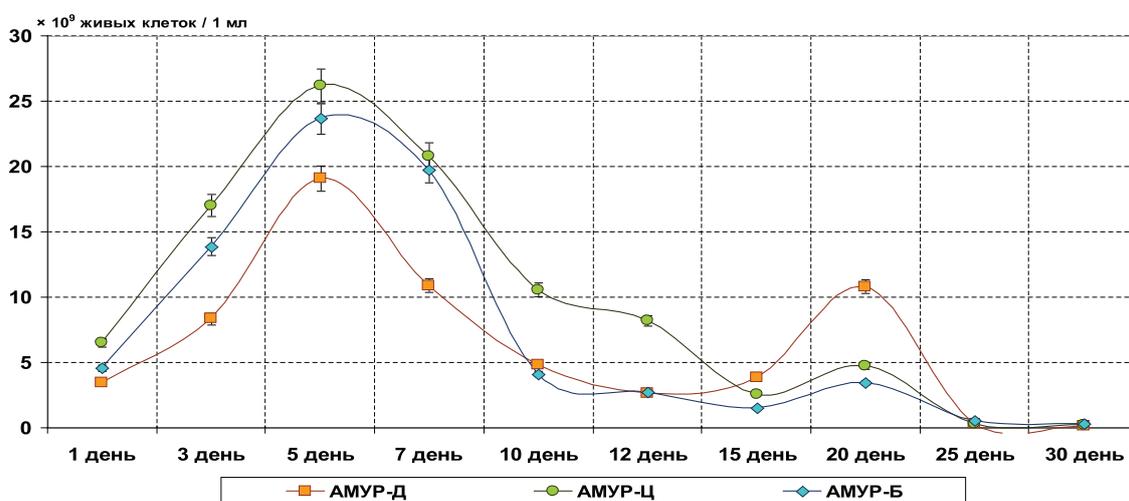


Рис. 1. Численность живых клеток культуры литотрофных (АМУР) фосфатредуцирующих бактерий при биохимической деградации кремнийсодержащих материалов

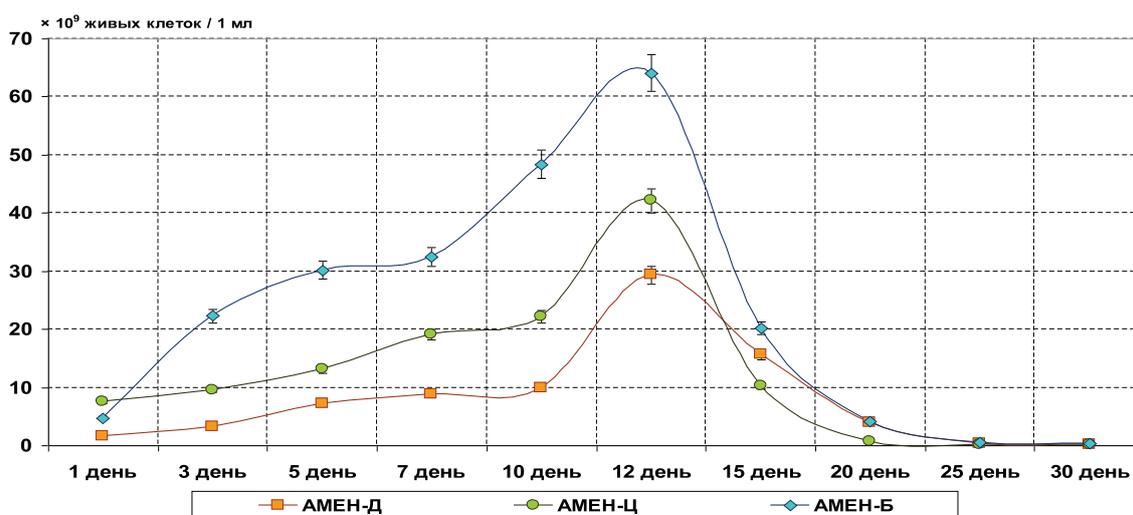


Рис. 2. Численность живых клеток культуры органотрофных (АМЕН) фосфатредуцирующих бактерий при биохимической деградации кремнийсодержащих материалов

Было установлено, что при бактериальной деградации диатомовой породы численность фосфатредуцирующих литотрофных микроорганизмов имела два пика – на 5-ый и 20-ый день культивирования, где составила соответственно  $19,14 \times 10^9$  клеток/1 мл и  $10,84 \times 10^9$  клеток/1 мл. Между указанными днями учета имелся достаточно значительный спад числа живых клеток бактерий (снижение на 12-ый день до  $2,69 \times 10^9$  клеток/1 мл). Численность фосфатредуцирующих органотрофных микроорганизмов, напротив, возрастала достаточно степенно к 10-му дню экспозиции эксперимента (до  $9,85 \times 10^9$  клеток/1 мл), а затем давала один существенный подъем жизнеспособности – к 12-му дню до  $29,34 \times 10^9$  клеток/1 мл.

В системе «цеолит – культура» наблюдалась аналогичная двухпиковая картина увеличения числа живых клеток у бактерий фосфатредуцентов-литотрофов: повышение численности на 2-ый день до  $26,19 \times 10^9$  клеток/1 мл и на 20-ый день до  $4,76 \times 10^9$  клеток/1 мл. В опыте с изучением численности фосфатредуцентов-органотрофов на всю экспозицию пришелся один пик максимального числа клеток и, подобно опыту с диатомитом Инзенского месторождения, пришедшийся на 12-ый день – до  $42,18 \times 10^9$  клеток/1 мл. В последующие дни опыта жизнеспособность культуры на АМЕН шла на резкий спад – так, на 15-ый день она составила  $10,28 \times 10^9$  клеток/1 мл.

В эксперименте с бентонитовой глиной аналогичным образом выстроилась динамика численности живых клеток обеих культур бактерий. В отношении фосфатредуцирующих органотрофов (АМЕН) количество клеток возрастало плавно до 7-го дня ( $32,46 \times 10^9$

клеток/1 мл) с последующим резким увеличением, пришедшимся на 12-ый день и составившим  $64,10 \times 10^9$  клеток/1 мл.

В отношении фосфатредуцирующих органотрофов (АМУР) число живых клеток сильнее возрастало к 5-му дню ( $23,68 \times 10^9$  клеток/1 мл), а также давало незначительный подъем показателя на 20-ый день – до  $3,44 \times 10^9$  клеток/1 мл. На 12-ый и 15-ый дни культивирования пришлось наименьшая численность данных бактерий ( $2,76$  и  $1,53 \times 10^9$  клеток/1 мл).

Также необходимо отметить общую для всех систем «порода – культура» особенность повышения численности органотрофных бактерий (АМЕН) после пика численности литотрофных фосфатредуцентов (АМЕН). Вполне вероятно, что данная зависимость могла быть связана с первичным отмиранием литотрофных клеток в культуральной жидкости накопительной культуры и высвобождением органических веществ цитоплазмы в раствор, которые могут являться субстратом для питания органотрофов, что, в свою очередь, и могло приводить к росту жизнеспособности фосфатредуцентов, растущих на агаре Менкиной.

На рис. 3 показана 30-дневная динамика свободной кислотности системы «порода – культура» в зависимости от изучаемого кремнийсодержащего материала и вида фосфатредуцирующих бактерий. Прежде всего, нужно отметить, что вариант с бентонитовой глиной в случае всех действующих на нее микроорганизмов в начале экспозиции эксперимента характеризовался наибольшим значением pH в сравнении с вариантом с диатомовой и цеолитовой породой, что могло быть связано с исходными характеристиками самого бентонита.

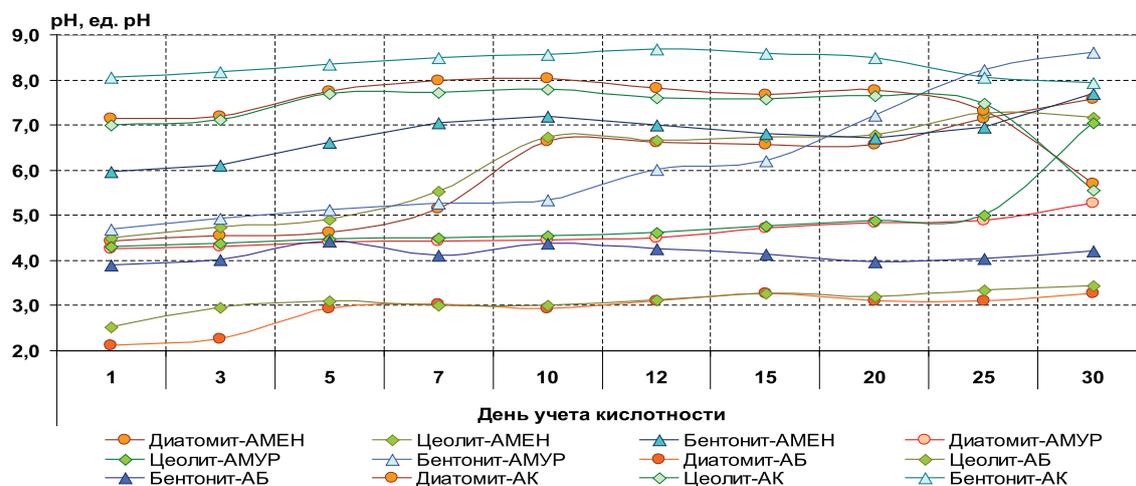


Рис. 3. Динамика свободной кислотности накопительной почвенной культуры фосфатредуцирующих, железо- и марганец-окисляющих бактерий при биохимической деградации высококремнистых пород

По данным рис. 3 видно, что пики максимального увеличения рН систем приходились, как правило, на 10-й день экспозиции, а также на ее конец (30-й день), что, очевидно, могло быть связано как с колебанием численности живых клеток и, как следствие, с метаболизмом в систему продуктов жизнедеятельности, в том числе экзосферментов, полисахаридов и органических кислот.

Также здесь прослеживается то, что кислотность всех бактериальных систем как фосфатредуцентов, так и металлоокислителей стремилась в сторону нейтрального и слабощелочного диапазонов, что, очевидно, связано с растворением Са- и Mg-содержащих микроструктур исследуемых материалов. В связи с этим можно предположить, что содержание растворимых соединений фосфора, кремния, кальция, магния, а высвобождение микроколичеств марганца и железа в системах «порода – культура» может быть сопряжено не только с прямым действием метаболитов на вещество пород, но в том числе и с образованием нерастворимых оснований, а также фосфатов и карбонатов металлов, последние из которых присутствуют как в составе питательных сред, так и в веществе изучаемых материалов.

В табл. 2 показана динамика общей минерализации культуральной жидкости в си-

стемах всех изученных бактериальных комплексов при деградации кремниевых пород.

Исходя из данных таблицы следует, что деятельность Fe-редуцирующих бактерий (АБ) наиболее биохимически агрессивна по отношению к веществу пород – высвобождение в растворимое состояние элементов достигает 480–490 мг/мл. Наименьшая биохимическая активность прослеживается в отношении Mn-редуцентов (АК), где максимальное содержание растворимых форм химических элементов в культуре не превышает и 50–90 мг/мл. Также нужно сказать, что пики наибольших концентраций растворенных соединений в бактериальных суспензиях приходились на 5-ый – 10-ый дни культивирования в зависимости от породы и самой бактериальной культуры.

### Заключение

В условиях лабораторных экспозиционных опытов было изучено 30-дневное изменение свободной кислотности культуральной жидкости, а также ее общей минерализации и жизнеспособности в виде численности живых микробных клеток железо-, марганец-, литотрофных и органотрофных фосфатредуцирующих бактерий, происходящее при биохимической деградации природных высококремнистых материалов.

Таблица 2

Изменение общей минерализации культуральной жидкости железо-, марганец- и фосфатредуцирующих бактерий в системе «порода – культура» при деградации высококремнистых пород

Общая минерализация, мг/мл	День учета минерализации									
	1	3	5	7	10	12	15	20	25	30
Fe-окисляющие бактерии (АБ)										
Диатомит	152	212	488	463	423	381	315	301	265	210
Цеолит	156	320	479	452	409	397	348	335	250	200
Бентонит	214	322	485	491	421	388	336	315	263	212
Mn-окисляющие бактерии (АК)										
Диатомит	15	33	49	52	49	42	39	35	29	20
Цеолит	30	40	48	46	43	41	39	34	30	28
Бентонит	68	71	86	90	91	83	76	65	47	35
Литотрофные фосфатредуценты (АМУР)										
Диатомит	149	217	270	252	231	211	186	141	138	124
Цеолит	110	250	315	396	288	262	211	183	91	86
Бентонит	83	142	264	323	382	290	271	267	119	79
Органотрофные фосфатредуценты (АМЕН)										
Диатомит	110	161	227	248	184	176	148	136	98	64
Цеолит	92	120	205	199	179	155	121	116	83	30
Бентонит	71	121	243	251	222	201	183	137	106	74

Было установлено, что численность фосфатредуцентов-литотрофов имела наибольшее увеличение при деградации цеолитовой породы, оказалась на среднем уровне при деструкции бентонитовой глины и была минимальной при минерализации диатомита. Фосфатредуцирующие органотрофные бактерии давали максимальную численность на варианте с бентонитом, среднюю – на варианте с цеолитом и минимальную – на варианте с диатомовой породой. Было выявлено, что экспозиция эксперимента с бактериями литотрофного типа питания (в том числе с Fe- и Mn-окисляющей культурами) давала двухпиковую жизнеспособность клеток вне зависимости от изучаемой породы, в то время как в опытах с бактериями органотрофного типа питания один пик численности стабильно приходился на 12–15-ый дни эксперимента.

Максимальные концентрации растворенных соединений (общая минерализация культуральной жидкости) в бактериальных суспензиях приходились на 5-ый – 10-ый дни культивирования в зависимости от породы и самой бактериальной культуры и достигала 480–490 мг/мл по культуре железо-редуцентов, 50–90 мг/мл – по культуре марганец-редуцентов, 252–396 мг/мл – по культуре фосфатредуцентов-литотрофов и 205–251 мг/мл по культуре фосфатредуцентов-органотрофов. Также установлено, что кислотность всех бактериальных систем, проявившая пики на 10-й и 30-й дни

экспозиции экспериментов, стремилась в сторону нейтрального и слабощелочного диапазонов, что, очевидно, связано с растворением Ca- и Mg-содержащих микроструктур исследуемых кремнийсодержащих материалов.

#### Список литературы

1. Биоготехнология металлов: практическое руководство. – М.: Центр международных проектов ГКНТ, 1989. – 375 с.
2. Бочарникова Е.А. Кремниевые удобрения и мелиоранты: история изучения, теория и практика применения / Е.А. Бочарникова, В.В. Матыченков, И.В. Матыченков // *Агрехимия*. – 2011. – № 7. – С. 84–96.
3. Добровольский Г.В. Экология почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Издательство МГУ, 2012. – 412 с.
4. Козлов А.В. Лабораторно-инструментальные методы исследований в экологии объектов окружающей среды. – Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2016. – 89 с.
5. Козлов А.В. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, Е.А. Яшин // *Вестник Мининского университета*. – 2015. – № 2 (10). – С. 23.
6. Нетрусов А.И. Микробиология / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. – М.: Академия, 2006. – 352 с.
7. Номенклатура ферментов / Под ред. В.Л. Кретовича. – М.: ВИНТИ, 1966. – 256 с.
8. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005. – 252 с.
9. Хамитова С.М. Исследование микрофлоры почв в лесных питомниках Вологодской области / С.М. Хамитова, Ю.М. Авдеев, В.С. Снетилова // *Самарский научный вестник*. – 2016. – № 3 (16). – С. 53–56.
10. Хамитова С.М. Микробиологические исследования почв в зеленых городских насаждениях Вологодской области / С.М. Хамитова, Ю.М. Авдеев // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 10 (121). – С. 29–35.

УДК 57: 612.76

## МЕТОД И УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ ПОЛЫХ ОРГАНОВ

Муслов С.А., Зайцева Н.В.

ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический университет (МГМСУ)  
им. А.И. Евдокимова Минздрава РФ, Москва, e-mail: muslov@mail.ru, nataliy-zajceva@yandex.ru

В данном сообщении изложен метод исследования упругих свойств полых органов человека и животных, таких как кровеносные сосуды, желчевыводящие протоки и др. живых организмов. Неизменный объём стенки органов при деформации и ортотропность механических свойств позволяет упростить анализ их напряжённо-деформированного состояния и расчетные формулы. Предложена экспериментальная установка, позволяющая измерить упругие модули стенки общего желчного протока человека инфузионным методом. В заключении *in vitro* получены кривые зависимостей напряжение-деформация протоков в продольном  $\sigma_z = \sigma_z(\epsilon_z)$  и кольцевом  $\sigma_\theta = \sigma_\theta(\epsilon_\theta)$  направлениях, где  $\epsilon_z$  и  $\epsilon_\theta$  – компоненты деформации,  $\sigma_z$  и  $\sigma_\theta$  – соответствующие им напряжения. Упругие модули холедоха  $E_z(\epsilon_z)$  и  $E_\theta(\epsilon_\theta)$  определялись дифференцированием соответствующих регрессионных зависимостей. Аналитически диаграммы были описаны экспоненциальными зависимостями вида  $\sigma = \alpha(e^{\beta\epsilon} - 1)$ , а коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  найдены с помощью функции *genfit* пакета MATHCAD 13.0.

**Ключевые слова:** биомеханика, упругие модули, полые органы, холедох

## METHOD AND INSTALLATION FOR MEASURING ELASTIC PROPERTIES OF THE HOLLOW ORGANS

Muslov S.A., Zaytseva N.V.

A.I. Evdokimov Moscow State Medical Stomatological University (MSMSU), Moscow,  
e-mail: muslov@mail.ru, nataliy-zajceva@yandex.ru

This report describes a method for studying the elastic properties of human and animal hollow organs, such as blood vessels, bile ducts, and other living organisms. The invariable volume of the walls of the organs during deformation and the orthotropic nature of the mechanical properties make it possible to simplify the analysis of their stress-strain state and the calculated formulas. An experimental setup is proposed that allows to measure the elastic moduli of the wall of the common bile duct of a person by the infusion method. In conclusion *in vitro* curves of stress-strain dependences of ducts in the longitudinal  $\sigma_z = \sigma_z(\epsilon_z)$  and annular directions  $\sigma_\theta = \sigma_\theta(\epsilon_\theta)$  were obtained, where  $\epsilon_z$  and  $\epsilon_\theta$  are the components of deformation,  $\sigma_z$  and  $\sigma_\theta$  are the stresses corresponding to them. The elastic moduli of choledochus  $E_z(\epsilon_z)$  and  $E_\theta(\epsilon_\theta)$  were determined by differentiating the corresponding regression dependences. Analytically, the diagrams were described by exponential dependences of the form  $\sigma = \alpha(e^{\beta\epsilon} - 1)$ , and the coefficients  $\alpha$  and  $\beta$  were found using the function *genfit* of the MATHCAD 13.0.

**Keywords:** biomechanics, elastic moduli, hollow organs, choledochus

### Получение расчетных формул

Расчет деформаций ( $\epsilon_z$  и  $\epsilon_\theta$ ) производился в цилиндрической системе координат ( $z$ ,  $r$ ,  $\theta$ ) и был основан на следующих предположениях: форма общих желчных протоков идеально цилиндрическая; стенка протоков представляет собой единое целое; материал стенки несжимаем [1]; отношение толщины стенки к радиусу протоков мало [10]; толщину стенки при 0 кПа можно измерить. Объём стенки  $V$ , таким образом, считался постоянной величиной, равной объёму  $V_0$  при давлении 0 кПа:

$$\begin{aligned} V &= V_0 = [r^2 - (r-h)^2] \pi l = \\ &= [r_0^2 - (r_0 - h_0)^2] \pi l_0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $r_0$ ,  $h_0$  и  $l_0$  – внешний радиус, толщина и длина сегмента протока, измеренные при давлении 0 кПа,  $r$ ,  $h$  и  $l$  – внешний радиус, толщина и длина, измеренные при избыточном давлении (рис. 1, а).

В связи с тем, что стенка протоков считалась тонкой, радиальная компонента  $\epsilon_r$  деформаций не рассматривалась. При определении продольных и кольцевых интралюуральных напряжений использовали канонические формулы Лапласа для упругой полой трубки [7]. Далее определяли эффективные упругие модули  $E_z(\epsilon_z) = \partial\sigma_z / \partial\epsilon_z$  и  $E_\theta(\epsilon_\theta) = \partial\sigma_\theta / \partial\epsilon_\theta$ .

Толщина стенки  $h$  при произвольном давлении вычислялась как

$$h = R - \sqrt{R^2 - \frac{V}{\pi l}}, \quad (2)$$

$R$  и  $l$  – внешний радиус и длина соответственно при нагружении.

Величина измеренных и рассчитанных деформаций далее использовалась для вычисления кольцевых и продольных напряжений (рис. 1, б). В условиях равновесия связь напряжений и деформаций в кольце-

вом и продольном направлении определяли по формулам Лапласа. Согласно [9] кольцевое (оно же окружное) напряжение  $\sigma_\theta$ , уравновешивающее избыточное внутреннее трансмуральное давление равно

$$\sigma_\theta = \frac{\Delta P \cdot r_i}{h}, \quad (3)$$

где  $\Delta P$  – трансмуральное давление, а  $r_i = R - h$  – внутренний радиус.

Избыточное давление рассчитывали по известному гидростатическому. Поскольку ось протока в ванне с физиологическим раствором проходила через основание колонны давления (рис. 1, в), то по закону Паскаля трансмуральное давление совпадало с гидростатическим, приложенным к сегменту:

$$\Delta P = \rho g H, \quad (4)$$

здесь  $\rho$  – плотность жидкости,  $g = 9,81 \text{ м}\cdot\text{сек}^{-2}$  – ускорение свободного падения,  $H$  – высота столба жидкости.

Продольное напряжение  $\sigma_z$  вычислялось как

$$\sigma_z = \frac{\Delta P \cdot r_i}{2h}. \quad (5)$$

Несмотря на то, что деформации были достаточно большие, для простоты они вычислялись как деформации Коши [2]. Величина деформации в кольцевом направлении определялась как

$$\epsilon_\theta = \frac{r_m - r_{0m}}{r_{0m}} = \frac{\Delta r_m}{r_{0m}}, \quad (6)$$

где  $r_m = \frac{R + r_i}{2} = R - \frac{h}{2}$  – среднечисловой радиус (внешний радиус за вычетом половины толщины протока) при различных приложенных напряжениях,  $r_{0m}$  – среднечисловой радиус при 0 кПа.

Относительная деформация в продольном направлении рассчитывалась как

$$\epsilon_z = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}, \quad (7)$$

здесь  $l$  – длина сегмента протока, измеренная под давлением,  $l_0$  – соответствующая длина, измеренная при 0 кПа.

В результате использовались следующие формулы для расчёта кольцевых и продольных деформаций  $\epsilon_\theta$ ,  $\epsilon_z$  и напряжений  $\sigma_\theta$ ,  $\sigma_z$ :

$$\epsilon_\theta = \frac{\sqrt{\frac{S^2}{4l^2} - \frac{V}{\pi l}} + \frac{S}{2l}}{\sqrt{\frac{S_0^2}{4l_0^2} - \frac{V_0}{\pi l_0}} + \frac{S_0}{2l_0}} - 1, \quad \epsilon_z = \frac{l - l_0}{l_0},$$

$$\sigma_\theta = \frac{P}{\sqrt{1 - \frac{4Vl}{\pi S^2}} - 1} \quad \text{и} \quad \sigma_z = \frac{0,5P}{\sqrt{1 - \frac{4Vl}{\pi S^2}} - 1}. \quad (8)$$

В итоге расчётная схема для определения внутренних напряжений и упругих дифференциальных модулей  $E_z$  и  $E_\theta$  полых органов при механических испытаниях инфузионным методом имела вид (рис. 2).

Условные обозначения:  $V = V_0$  – объём стенки сегмента органа, измеренный между специальными метками;  $R$  – внешний радиус;  $l$  – длина;  $S$  – площадь;  $r_i$  – внутренний радиус;  $r_m$  – среднечисловой радиус;  $h$  – толщина стенки;  $\sigma_z$ ,  $\epsilon_z$  – напряжение и относительная деформация в продольном направлении;  $\sigma_\theta$ ,  $\epsilon_\theta$  – напряжение и относительная деформация в кольцевом (окружном) направлении;  $\rho$  – плотность,  $H$  – высота столба жидкости;  $\Delta P$  – избыточное давление.

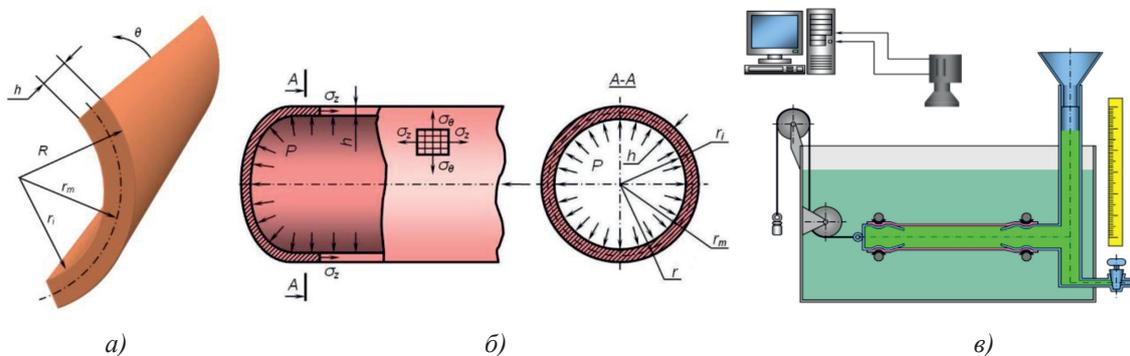


Рис. 1. Сегмент стенки протока (а). Схема возникновения напряженно-деформированного состояния (НДС) в стенке протока под действием внутрипротокового давления  $P$  (б). Экспериментальная установка для исследования упругих свойств желчных протоков в условиях, близких к физиологическим (в)

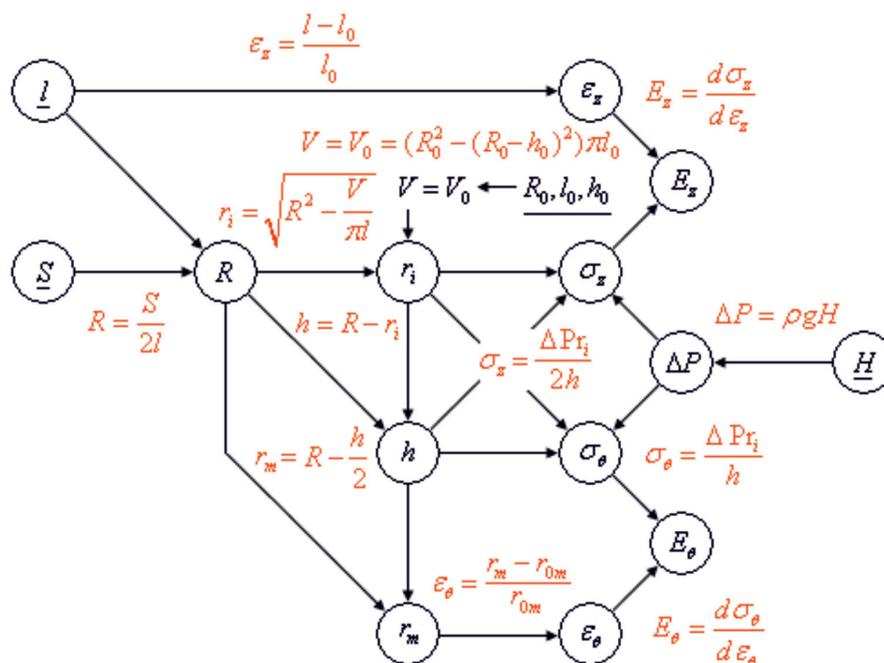


Рис. 2. Последовательность расчётов при вычислении деформаций, напряжений и упругих модулей общего желчного протока

Величины, определённые путём прямых измерений – подчеркнуты.

#### Подготовка образцов и механические испытания

Механические испытания были проведены инфузионным методом [4, 6]. Такой тип испытаний даёт больше достоверной информации, чем одноосное растяжение изотропных материалов [8], хотя последний более прост и доступен. Исследование желчных протоков при внутреннем давлении в условиях, близких к физиологическим, позволило получить более достоверную информацию об их деформационном поведении.

Измерения проводились в пластиковом контейнере в среде буферного раствора Кребса – Рингера с  $\text{pH} = 7$ , моделирующем физиологические жидкости организма при температуре  $37^\circ\text{C}$ . В этом же растворе образцы хранились до испытаний. Исследования выполнены на трупных органах. Взятие и подготовку органов проводили по стандартной методике. Резецированный участок холедоха отмывали струёй проточной воды и освобождали от слоя жировой клетчатки. Вырезка органов осуществлялась как можно ближе к моменту смерти. Для минимизации мышечных сокращений в 1 л раствора добавлялось  $0,1 \text{ г Ca}^{2+}$  связывающего агента EGTA. В качестве инфузионной системы

использовались комплектующие от стандартного устройства для вливаний лекарственных растворов SFM Hospital Products GmbH. Проксимальный конец фрагмента протока соединялся с канюлей – полый трубкой системы. Нагнетание давления осуществлялось с помощью колонны гидростатического давления.

Другой конец, ближайший к сфинктеру Одди, как можно дистальнее перевязывался специальной легирующей нитью с покрытием, снижающим прорезывание тканей и прочно удерживающей узлы. Величина трансмурального давления определялась по высоте столба жидкости и изменялась ступенчато от 0 до 10 кПа ( $1 \text{ кПа} = 10 \text{ см H}_2\text{O}$ ) с шагом 1 кПа. Изображение протока под избыточным давлением записывалось на видеокамеру Nikon CoolPix 5600 и подавалось на персональный компьютер. Далее захваченное изображение преобразовывалось в оттенки серого и обрабатывалось графическими пакетами SigmaScan Pro 5.0 или ImageJ. Эти программы позволяют работать практически с любыми типами изображений, получаемых с внешних устройств. Кроме того, они имеют удобный интерфейс, созданный специально для учёных и специалистов, не являющихся экспертами в области обработки изображений, позволяют быстро получить необходимую информацию об изображении и сократить время прове-

дения исследований. Замер относительных деформаций в продольном направлении производился при помощи калиброванной координатной сетки. Чтобы исключить краевые эффекты, длина и площадь сегмента протока при канюлировании измерялись между двумя специальными метками, нанесёнными на образец на определённом расстоянии от его концов. Для определения величины деформаций в кольцевом направлении внешний диаметр протоков вычислялся по измеренным длине и площади. Начальная толщина исследуемых препаратов определялась с помощью нескольких измерений микрометром, по которым вычислялось среднее значение. Перед основными испытаниями для стабилизации свойств изучаемого образца применяли подготовку посредством многократного растяжения до деформации, составляющей 50% от максимальной.

обладают анизотропными механическими свойствами, класс упругой симметрии – ортоотропия, и легче растяжимы в продольном, чем в кольцевом направлении. Кривые напряжение – деформация взятых образцов стенки желчных протоков в обоих направлениях имеют характерный  $J$  – вид типичный для полых органов, например крупных артерий [3, 5], что косвенно свидетельствует о коллаген-эластиновой природе пассивных механических свойств стенки желчного протока. Численно диаграммы могут быть описаны экспоненциальной функцией  $\sigma = \alpha(e^{\beta\epsilon} - 1)$ , а значения коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  – найдены с помощью функции нелинейной регрессии общего вида *genfit*, встроенной в среду MathCAD 13.0. Упругие модули были определены дифференцированием соответствующих регрессионных зависимостей. Данный способ аппроксимации оказался эффективен и показал высокую точность.

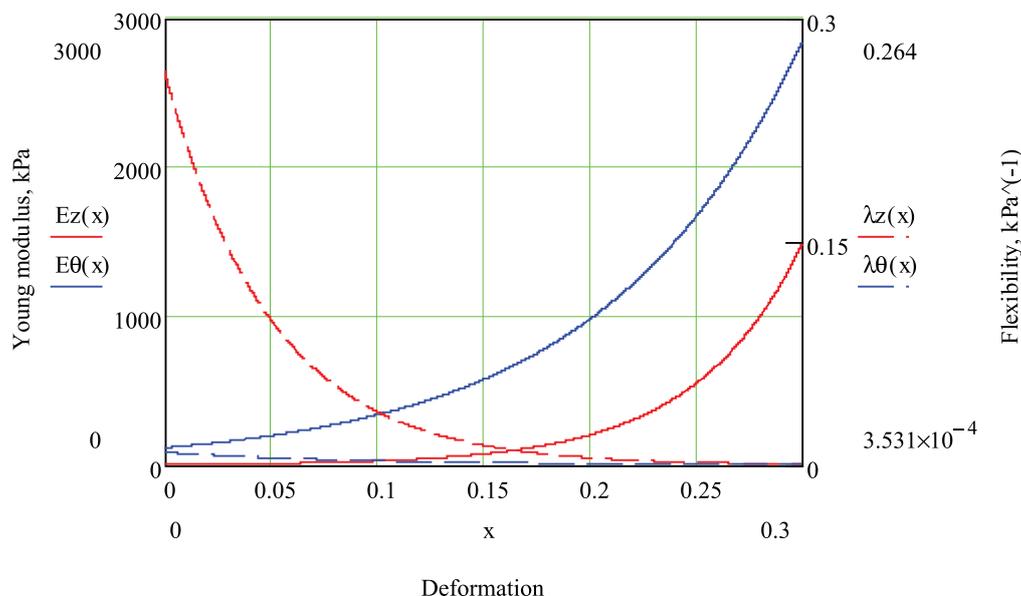


Рис. 3. Упругие дифференциальные модули Юнга  $E$  и коэффициенты податливости  $\lambda$  общего желчного протока в продольном (—) и кольцевом (---) направлениях в зависимости от величины относительной деформации

### Обсуждение результатов измерений

В результате испытаний были получены зависимости напряжение – деформация и рассчитаны численные значения дифференциальных модулей упругости стенки протока в кольцевом и продольном направлениях (рис. 3). Для всех органов, отобранных для исследований, кривые напряжение – деформация были идентичны. Кривые существенно нелинейны и сдвинуты относительно друг друга по оси деформаций. Это означает, что желчные протоки

В результате в продольном направлении установлено:  $\sigma_z(\epsilon_z) = 0,19(e^{19,89\epsilon_z} - 1)$  кПа и  $E_z(\epsilon_z) = 3,79e^{19,89\epsilon_z}$  кПа (коэффициент достоверности регрессии 0,99), в кольцевом –  $\sigma_\theta(\epsilon_\theta) = 11,24(e^{10,61\epsilon_\theta} - 1)$  кПа и  $E_\theta(\epsilon_\theta) = 119,24e^{10,61\epsilon_\theta}$  кПа (коэффициент достоверности регрессии 0,98) соответственно. Коэффициенты податливости определялись как  $\lambda_z(\epsilon_z) = E_z^{-1}(\epsilon_z)$  и  $\lambda_\theta(\epsilon_\theta) = E_\theta^{-1}(\epsilon_\theta)$  (рис. 3). Упругие модули стенки общего желчного протока учитыва-

лись далее при компьютерном моделировании (численном анализе корреляции механического воздействия и билиарной боли).

#### Список литературы

1. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1990. – 224 с.
2. Грин А., Адкинс Дж. Большие упругие деформации и нелинейная механика сплошной среды. – М.: Мир, 1965. – 456 с.
3. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир, 1981. – 624 с.
4. Пурия Б.А., Касьянов В.А. Биомеханика крупных кровеносных сосудов человека. – Рига: Зинатне, 1980. – 260 с.
5. Dobrin P. Mechanical properties of arteries // *Physiological Review*. – Vol. 58, № 2. – P. 397–460.
6. Duch B., Andersen H., Gregerson H. Mechanical properties of the porcine bile duct wall // *BioMed. Engineer. OnL.* – 2004. – Vol. 3, № 23. – P. 1–8.
7. Fung Y.C. *Biomechanics: Motion, Flow, Stress, and Growth*. New York: Springer-Verlag, 1990. – 594 p.
8. Fung Y.C. Elasticity of soft tissues in simple elongation // *American Journal of Physiology*. – Vol. 213, № 6. – P. 1532–1544.
9. Gosling R., V. Budge V. Terminology for describing the elastic behavior of arteries // *Hypertension*. – 2003. – P. 1180–1182.
10. Mahour G.H., Wakim K.G., Ferris D.O. The common bile duct: its diameter and circumference // *Annals of surgery*. – 1967. – Vol. 165, № 3 – P. 415–419.

УДК 572.51:61:51

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ С ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Черкашина Ю.А., Вадутова Ф.А.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск,  
e-mail: cherr999y@mail.ru*

Исследования посвящены применению технологии искусственных нейронных сетей для оценки функционального состояния здоровья детей с экстремально низкой массой тела на основе медицинских данных анализа крови, УЗИ и других параметров, отвечающих за жизнедеятельность организма, измеренных в первые дни жизни ребенка. В работе произведен обзор моделей решения задачи. В статье приведены технологии построения искусственных нейронных сетей. В результате исследования построена классификационная таблица прогнозируемых значений и фактических наблюдаемых значений, определена общая процентная доля правильного распознавания. Цель работы: повышение эффективности процесса поддержки принятия решений при классификации состояния сложных объектов на основе методов искусственных нейронных сетей на примере оценки состояния здоровья детей. Полученные результаты направлены на совершенствование подходов идентификации функциональных состояний организма ребенка и поддержки принятия решений по минимизации возникновения неблагоприятных состояний.

**Ключевые слова:** искусственная нейронная сеть, модель, алгоритм, экстремально низкая масса тела, неонатальный период, диагностика

## NEURAL NETWORKS FOR SOLVING PROBLEMS OF HEALTH ASSESSMENT OF CHILDREN WITH EXTREMELY LOW BIRTH WEIGHT

Cherkashina Yu.A., Vadutova F.A.

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: cherr999y@mail.ru*

The article includes results of scientific researches achieved at department of Applied Mathematics at National Research Tomsk Polytechnic University. Researches are devoted the application of neural network to assess the health status of children with extremely low birth weight in the first days of life, based on medical data, measured from the first days of life. Technology of neural network is discussed in the article. Classification table predicted values and factual observed values is presented, the overall percentage of correct recognition is determined. Purpose of work: increasing the effectiveness of the decision support process in the classification of complex objects on the basis of methods of artificial neural networks on the example of assessing the health status of children. The results allow improve the approaches to identifying the child's functional states and supporting decision-making to minimize the occurrence of adverse conditions.

**Keywords:** neural network, model, algorithm, neonatal, diagnosis, extremely low birth weight

Регистрация и выхаживание детей с экстремально низкой массой тела (от 500 г) началась в 2012 г. в соответствии с Приказом МЗ и СР РФ от 27.12.2011 г. № 1687н. В связи с этим становится актуальным использование современных интеллектуальных систем и систем поддержки принятия решений в области медицинской диагностики и прогнозирования не только для снижения перинатальной и младенческой смертности, но и улучшения качества прогноза их дальнейшего развития.

Среди множества задач в области здравоохранения, которые могут быть решены с помощью информационных систем, можно выделить последовательность «диагностика – прогнозирование – лечение» [1].

Неточности в диагностике и прогнозировании могут привести к ошибочному лечению, что может нанести вред больному. Зачастую врач в процессе диагностики

принимает решение в условиях неопределенности, опираясь на личный опыт и знания. Поэтому усилия многих специалистов в области информационных технологий направлены на проектирование систем, имитирующих эвристики врача, или попытки алгоритмизировать процесс принятия решения в медицине, основываясь на знаниях экспертов [2].

На сегодняшний день остаются актуальными вопросы, связанные с повышением эффективности процесса принятия решений при диагностике и прогнозировании, заключающиеся в повышении уровня оперативности, достоверности и обоснованности получаемых назначений.

### Степень изученности

Вопросами применения интеллектуальных систем в медицине занимаются множество ученых по всему миру: P.Y. Anceľ,

N. Lelong, E. Papiernik [2], L.K. Smith, E.S. Draper, B.N. Mankletow [3], Greg Kochanski и т.д.

Вопросам компьютерной диагностики и прогнозирования состояния здоровья детей с ЭНМТ посвящены работы В.Ю. Альбицкого, Е.Н. Байбаринной [8], А.А. Баранова, Н.В. Башмаковой, А.Н. Большаковой, И.В. Виноградовой, В.В. Ковалева, И.В. Колмакова, С.С. Смирновой, З.Х. Сорокиной, Т.Н. Углевой, О.Г. Фроловой, Е.Д. Хадиевой, М.П. Шуваловой, А.Н. Юсуповой.

### Математическая постановка задачи

Каждый класс описывается  $n$  признаками, которые представляют собой набор показателей.

Имеется вектор  $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , где  $x_i$  – показатели, характеризующие функциональное состояние организма ребенка,  $n$  – количество учитываемых показателей.

Состояние каждого ребенка относится к одному из 2-х непересекающихся классов  $m = 2$  (исходов):

- болезнь;
- выздоровление.

Исследования проводились по 16 показателям, измеренным у матери в 1, 2 и 3 триместрах беременности и у детей на 1, 7, 30 сутки жизни ребенка.

Требуется по имеющимся показателям дать оценку функциональному состоянию организма ребенка.

### Выбор программного обеспечения

В работе для генерации нейронных сетей используется нейроимитатор Neural Network Toolbox MatLab.

MatLab, разработка компании компании Math Works – прикладная программа для решения вычислительных задач и язык программирования, используемый в этом пакете.

Пакет Neural Networks Toolbox Matlab – это полноценная среда, предназначенная для решения прикладных задач с использованием нейронных сетей. Toolbox NNT Matlab может использоваться для решения множества разнообразных задач: обработка сигналов, нелинейное управление, финансовое моделирование и т.п.

### Нейросетевые технологии в оценке состояния здоровья новорожденных детей

Искусственные нейронные сети (ИНС) – это вычислительные структуры, моделирующие биологические процессы, которые связаны с процессами, протекающими в человеческом мозге. Это системы, которые способны обучаться посредством анализа положительных и отрицательных воздействий. Элементарной частицей ИНС

является искусственный нейрон (просто нейрон), который был назван так по аналогии с биологическим нейроном [4].

Использование ИНС особенно эффективно при решении слабоформализованных задач, таких как распознавание образов, классификации, категоризации и других [5].

В процессе длительного естественно-го отбора биологические системы получили эффективные механизмы функционирования. Поэтому при построении многих искусственных систем в науке, технике и медицине пытаются применять эти механизмы.

Нейронная сеть, как и природный аналог, состоит из базовых элементов нейронов, которые в свою очередь включают в себя: нелинейную функцию активации; дендриты или каналы передачи информации другим нейронам; весовые коэффициенты. Принцип работы нейрона можно описать следующей парой уравнений [5]:

$$S_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j, \quad (1)$$

$$y_k = f(S_k + b_k), \quad (2)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_m$  – входные сигналы;  
 $w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$  – синаптические веса  $k$ -го нейрона;  
 $S_k$  – линейная комбинация входных сигналов;  
 $b_k$  – порог;  
 $f(\cdot)$  – функция активации;  
 $y_k$  – выходной сигнал нейрона.

Модель нейрона представлена на рисунке.

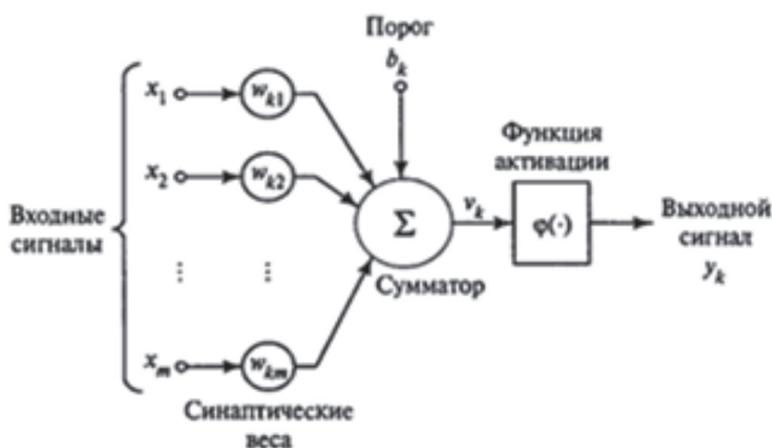
Следовательно, базовый принцип работы сети следующий: вычисляем скалярное произведение вектора весовых коэффициентов и входного вектора, генерируем выходной сигнал нейрона, зависящий от типа активационной функции, принимающей в качестве аргумента скалярное произведение.

Существует несколько видов активационных функций [4]:

1. Единичный скачок или жесткая пороговая функция. Значение единичной функции активации равно 1, если входное значение больше порогового, иначе – 0.

2. Линейный порог или гистерезис. Гистерезис имеет два линейных участка, на которых активационная функция тождественно равна 0 и 1, и участок строго монотонного возрастания функции.

3. Гиперболический тангенс. Гиперболический тангенс (S-образная функция) имеет симметрию относительно начала координат. Выходной сигнал  $f(S)$  в точке  $S = 0$  имеет значение равное нулю. Способность гиперболического тангенса принимать значения различных знаков применяется для целого ряда нейросетей.



Модель нейрона

4. Сигмоидальная функция. Как и гиперболический тангенс, является S-образной функцией. Принимает значения в пределах  $[0; 1]$ . Сигмоидальная функция имеет простую производную и дифференцируема на всей оси абсцисс, что является ее основным достоинством.

Функции активации типа гистерезиса и единичного скачка редко встречаются на практике. На практике почти всегда применяется сигмоидальная активационная функция.

К настоящему времени изучено достаточно большое количество моделей нейронных сетей. Сети бывают 2-х видов: однослойные, многослойные [4].

Несмотря на то, что один нейрон может выполнить самые простые процедуры распознавания, для решения сложных задач нейроны необходимо объединить в сети. Самая простая сеть состоит из одного слоя нейронов. Информация от входного слоя передается на выходной. Такая сеть называется однослойной.

Для решения более сложных задач используются более крупные и сложные нейронные сети, состоящие из нескольких слоев нейронов. Данные сети обладают большими вычислительными возможностями. В таких сетях нейроны объединяются в слои, содержащие нейроны с едиными входными сигналами. В общем случае нейронная сеть содержит несколько слоев. В многослойной сети кроме входного и выходного слоев могут быть один или несколько скрытых слоев [5].

Многослойные сети принято делить на [6, 7]:

- Сети без обратных связей или сети прямого распространения.

- Сети с обратными связями или рекуррентные сети.

Одной из основных задач при использовании нейронных сетей является подбор весовых коэффициентов для решения рассматриваемой задачи. Для этой цели существуют правила обучения нейронных сетей (алгоритмы), которые определяют, как изменяются значения весовых коэффициентов в зависимости от входных сигналов.

Алгоритмы обучения бывают 2-х видов [4].

- Обучение с учителем.

Обучение с учителем ИНС заключается в том, что сеть обучается на одном множестве данных, а проверяется на другом. Таким образом, обучение многослойной ИНС можно представить двумя этапами [5]:

Предъявление НС обучающего множества до тех пор, пока либо ошибка сети не станет меньше заданной, либо по истечении заданного числа эпох.

Проверка правильности на тестовом множестве. Если ошибка обобщения больше заданной, то производится либо увеличение числа эпох, либо числа обучающих примеров, либо изменения архитектуры ИНС.

- Обучение без учителя.

Обучение без учителя не требует сравнения с известными заранее идеальными ответами. Обучающее множество состоит только из входных векторов. Алгоритм обучения без учителя настраивает веса сети таким образом, чтобы получались согласованные выходные векторы, т.е. предъявление достаточно близких входных векторов давало одинаковые выходы. Процесс обучения группирует сходные векторы в классы. Входной сигнал из данного класса форми-

рует определенный выходной сигнал, но до обучения невозможно предсказать, какой выход будет производиться данным классом входных сигналов. Следовательно, выходы такой нейронной сети должны трансформироваться в некоторую понятную форму, обусловленную процессом обучения [7].

Часто при обучении многослойных нейронных сетей используют алгоритм обратного распространения ошибки, относящийся к алгоритму обучения с учителем. Обучение этим алгоритмом предполагает два прохода по всем слоям сети: прямого и обратного. Во время прямого прохода входной вектор подается на входной слой нейронной сети, после чего распространяется по слоям сети. В результате генерируется набор выходных сигналов, являющийся фактической реакцией сети на данный входной сигнал. При прямом проходе все веса сети фиксированы. Для обратного прохода веса нейросети настраиваются в соответствии с правилом коррекции ошибок, а именно: фактический выход сети вычитается из желаемого, в результате чего формируется сигнал ошибки. Этот сигнал впоследствии распространяется по сети в направлении, обратном направлению синаптических связей.

Однако обратное распространение несет в себе определенные проблемы. Во-первых, нет гарантии, что сеть обучится за конечное время. Иногда усилия, потраченные на обучение сети, пропадают напрасно после затрат большого количества времени. Во-вторых, нет уверенности, что сеть обучится наилучшим образом. Алгоритм обучения может попасть в точку локального минимума, в результате чего может быть получено худшее решение [7].

Искусственные нейронные сети предложены для решения множества задач. Как и большинство математических методов, нейронные сети позволяют лишь с некоторой вероятностью давать ответ на поставленный вопрос. В области медицины этот подход дает дополнительную информацию для постановки диагноза врачу.

#### **Анализ результатов**

По результатам обследования 46 детей формируется выборка, которая разделена на 2 класса (диагноза): здоровые (30 ребенок) и больные (16 ребенок).

В процессе исследования построена нейронная сеть, результатом которой является отнесение объекта к одному из классов (болен, здоров).

Задача заключалась в обучении нейронной сети с 16 входами, представляющими собой медицинские показатели, и 1 выхо-

дом, который определяет диагноз. Данная задача относится к классу задач классификации, т.е. необходимо определить значение (0 или 1) выхода нейронной сети относительно каждого набора входных данных.

Исходная выборка была разбита на 2 группы: обучающая (31 ребенок) и тестируемая (15 детей).

В настоящее время не существует точных критериев выбора модели нейронной сети, данный выбор основан на опыте исследователей и зависит непосредственно от решаемой задачи. Проанализировав результаты работ ряда авторов [4–6], принято решение остановиться на модели трехслойной сети. В качестве обучающего алгоритма выбран алгоритм обратного распространения ошибки, поскольку, обладая таким достоинством, как быстрое вычисление градиента функции ошибки, используемого для выбора направления коррекции весов, данный алгоритм реализует вычислительно эффективный метод обучения многослойной нейронной сети. Данный тип сети часто используется для решения задач классификации с помощью нейронной сети.

В качестве функции активации использована сигмоидальная функция. Данная функция удовлетворяет основному требованию алгоритма обратного распространения ошибки: имея достаточно простую производную, функция всюду дифференцируема. Кроме этого, достоинством данной функции активации является способность усиливать слабые сигналы лучше, чем большие, и сопротивляться «насыщению» от мощных воздействий [5].

Недостаточное количество нейронов в скрытом слое может привести к недообучению нейронной сети, а избыточное количество нейронов будет способствовать увеличению времени обучения сети. Для проведения исследования было принято, использовать 10 нейронов в скрытом слое.

Таким образом, структура сети имеет следующий вид: 16 нейронов во входном слое и 1 – в выходном и 10 нейронов в скрытом слое.

После подбора параметров нейронной сети проведено ее обучение.

Точность нейронной сети составляет 91,1%. Следовательно, ошибка нейронной сети составляет 8,9%. Практически нулевая ошибка достигается за 15 циклов обучения, средняя квадратическая ошибка тестовой выборки составляет 0,04, что соответствует ожидаемому результату.

Достоверность полученных результатов значительно повышается, т.к. точность постановки правильного диагноза экспертом составляет 89% [3]. Полученные данные

на основе исследуемых показателей дают возможность оперативно оценить функциональное состояние ребенка и скорректировать программу лечения.

### Заключение

Рождение здорового поколения является важной составляющей успеха всей нации в целом. Именно поэтому важное место в оценке состояния ребенка играет дородовая диагностика, адаптация и развитие организма в раннем неонатальном периоде. Организм ребенка рассматривается с позиции системного подхода как некоторая сложная динамическая самоорганизующаяся система, взаимодействующая с внешней средой и обладающая внутренними энергетическими ресурсами. Системная модель, отражающая энергоинформационные обменные процессы в организме, позволяет получить адекватные оценки состояния биосистем. Применение комплексного подхода к оценке функционального состояния организма ребенка открывает возможность выявления и профилактики не только заболеваний, но и состояний на грани нормы и патологии, что особенно актуально для детей раннего возраста, когда малейшие изменения оказывают огромное влияние на состояние здоровья новорожденных. В связи с этим сигнал о нарушении гомеостатических свойств может быть использован в диагностических и прогностических целях.

В результате исследований произведена диагностика функционального состояния здоровья детей с экстремально низкой массой тела с учетом их индивидуальных особенностей на основе математических методов.

### Список литературы

1. Нейросетевой модуль системы медицинской диагностики / С.В. Жернаков, М.А. Шулакова // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2011. – № 9. – С. 47–53.
2. Байбарина Е.Н. Дети с экстремально низкой массой тела: заблуждения, сомнения, перспективы // Материалы XI Всероссийского форума «Мать и дитя». – М., 2010. – С. 609–610.
3. Семейкин В.Д., Скупченко А.В. Моделирование искусственных нейронных сетей в среде MATLAB // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 1.
4. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. – Л.: Медицина, 1978. – 296 с.
5. Джейн А.К. Введение в искусственные нейронные сети / А.К. Джейн, Ж. Мао, К.М. Моуддин // Открытые системы. – 1997. – № 4. – С. 16–24.
6. Черкашина Ю.А. Применение математических методов в задаче диагностики состояния здоровья детей первого года жизни // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 5. – С. 34–37.
7. Чаша Т.В., Харламова Н.В., Климова О.И., Ясинский Ф.Н., Ясинский И.Ф. Применение нейронных сетей для прогнозирования течения постгипоксических нарушений сердечно-сосудистой системы у новорожденных детей // Вестник ИГЭУ. – 2009. – № 4. – С. 57–59.
8. Байбарина Е.Н., Шувалова М.П., Сорокина З.Х. и др. Переход Российской Федерации на международные критерии регистрации рождения детей: взгляд организатора здравоохранения // Акушерство и гинекология. – 2011. – № 6. – С. 4–8.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Попова Д.С.

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, e-mail: [fantasyfan@list.ru](mailto:fantasyfan@list.ru)

Россия – один из мировых лидеров по производству угля, так как в её недрах сосредоточена треть мировых ресурсов угля и пятая часть разведанных запасов. Российская Федерация занимает второе место по запасам и пятое место по объёму добычи угля. Угольная отрасль играет огромную роль в энергобалансе страны. Однако добыча угля сопряжена с рядом проблем, которые могут привести к экологическому риску. На современном этапе развития угольная промышленность представляет немалую опасность для окружающей среды и здоровья человека. Большая часть откачанных шахтных вод совсем мало очищена. Это оказывает негативное влияние на окружающую среду. Плохо очищенные или совсем не очищенные шахтные воды непригодны для повторного использования. Поэтому необходимо принимать меры по предотвращению этих проблем.

**Ключевые слова:** геоэкология, угольная промышленность, шахтные воды, геоэкологические проблемы, загрязнение шахтных вод

## ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF COAL-MINING REGIONS OF RUSSIA

Popova D.S.

Far Eastern Federal University, Vladivostok, e-mail: [fantasyfan@list.ru](mailto:fantasyfan@list.ru)

Russia is one of the world leaders in the production of coal, because in its interior contains one third of world coal resources and a fifth of known reserves. The Russian Federation occupies second place in reserves and fifth in terms of coal production. The coal industry plays a huge role in the energy mix of the country. However, coal mining has posed a number of problems that may lead to environmental risk. At the present stage of development of the coal industry represents a considerable danger for the environment and human health. A large part of the pumped mine water is very little cleared. This has a negative impact on the environment. Poorly cleaned or not cleaned mine water is unfit for reuse. Therefore it is necessary to take measures to prevent these problems.

**Keywords:** ecology, coal industry, mine water, geo-environmental problems, pollution of mine waters

Важная отрасль народного хозяйства – угольная промышленность России. От неё зависит многое: работа предприятий, наличие электроэнергии в домах, дорожное освещение в сумерки и ночное время. В то же время угольная промышленность на современном этапе развития представляет немалую опасность для окружающей среды и здоровья человека. Вредное воздействие на окружающую среду при увеличении объёмов добычи угля оказывают непосредственно добывающие его предприятия, а работа над экологически чистыми и безотходными технологиями горного производства идёт медленно или не ведётся. Тем не менее эта работа очень важна, ибо необходимо знать, как стоит работать, чтобы вредное воздействие на окружающую среду значительно снизилось.

Цель исследования – определить экологические проблемы, присутствующие в угледобывающих регионах России на современном этапе их развития, и методы их устранения.

Предприятия угольной промышленности за всё время своей работы избавляются от техногенных отходов в огромном количестве, и в них заметно преобладание шахтных вод. Из всего большого объёма этих вод,

которые предприятия откачивают, не более всего лишь 13–15% идут на нужды горных предприятий, тогда как оставшиеся 85–87% откачанных шахтных вод совсем мало очищены и в таком состоянии сбрасываются в водные ресурсы региона. Подобные действия крайне небезопасны для региональных вод, так как вследствие сброса столь большого количества шахтных вод нарушается их равновесие. Это обстоятельство негативно сказывается на состоянии окружающей среды, в частности на экосистеме загрязнённого водного бассейна, поскольку приводит не только к пагубному влиянию на окружающую среду, но и к ухудшению здоровья человека, вынужденного брать воду из загрязнённого источника. Также ухудшается качества угля, поскольку вода для его очищения бралась неочищенной от загрязняющих веществ.

Большой объём шахтных вод, содержащих такие вещества, как бактериальные примеси и минеральные соли, откачивается предприятиями угольной промышленности на протяжении практически всего срока их работы. Качественный состав шахтных вод отличается в зависимости от угольных бассейнов, месторождений и районов. Сброс шахтных вод с вредны-

ми примесями в наземные воды непременно вызывает заиливание, засоление и закисление водоёмов и водостоков, вследствие чего нарушается экоравновесие в угольных бассейнах. Такая вода из-за своего загрязнённого состояния непригодна ни для питья, ни для очистки угля.

Объёмы загрязнённости шахтных вод различными веществами увеличиваются со временем вследствие перехода горных работ на более глубокие горизонты и усложнения гидрогеологических условий. Это, в свою очередь, приводит к тому, что подземные водоносные горизонты, в том числе насыщенные чистой питьевой водой, довольно сильно истощаются. Само истощение подземных водоносных горизонтов приводит к тому, что возникает новая проблема – поиск новых источников воды и возможности проведения её с поверхности.

Из-за того, что её всё время загрязняют поступающие в неё шахтные воды, поверхностная вода становится мутной и окислённой, вследствие чего у неё появляются цвет, запах и привкус, в ней самой происходят процессы минерализации и повышаются кислотность и жёсткость. Это наносит огромный вред не только самой воде, но и окружающей её среде. Существует очень много случаев, когда шахтные воды обладают такими свойствами, которые не позволяют их использовать в технических целях без обязательного проведения первоочередной обработки. Из-за этого, а также из-за того, что сильно растёт дефицит питьевой воды, в наше время как никогда актуален вопрос очистки уже загрязнённых шахтных вод. Это необходимо, поскольку в этом случае можно повторно использовать шахтные воды для нужд угольной промышленности.

Поскольку природные возможности территорий организованного развития горнодобывающей промышленности довольно слабые, это приводит непосредственно к появлению зон экологического риска. В этих зонах довольно высокая заболеваемость людей и сниженная продуктивность природных ресурсов. Вследствие работы горнодобывающих предприятий сильно снизились объёмы рекультивации нарушенных земель, так как финансовые ресурсы – в дефиците, а многие виды биологических ресурсов из-за загрязнений суши и поверхностных вод горной отраслью оказались в критическом состоянии. Всё это и привело к тому, что увеличилась опасность экологических аварий и катастроф.

Подходящим примером автор считает Тугнуйский разрез – основной бурятский объект добычи угля, поскольку на нём до-

бывают половину всего объёма угля по республике. Из-за того, что работа Тугнуйского угольного разреза проходит без специального оборудования, происходит негативное влияние на экосистему бассейна реки Тугнуй. Поэтому весьма правильным было введение в работу водосборных сооружений и котельных [1]. В водосборных сооружениях шахтные воды собирали для очистки, а с помощью котельных их очищали от вредных веществ путём выпаривания.

Ещё одним подходящим примером является Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс) – угольное месторождение на юге Западной Сибири, большая часть которого расположена в Кемеровской области [2]. По той причине, что в Кузбассе довольно высока антропогенная нагрузка на территорию, водные затраты при добыче угля в нём имеют вид выбросов шахтных вод в поверхностные водоёмы, а очистка воды от угля недостаточно качественная. Оба показателя в Кузбассе заметно повышены. Это может привести к водному кризису, который является огромной опасностью для Кузбасса, ведь состояние расположенных на его поверхности водоёмов уже достигло критического предела. Из-за высокого показателя откачиваемой из шахт Кузбасса воды необходимы жёсткие законодательные меры по отношению к каждому водопользователю.

Ещё один пример того, что биологические ресурсы оказались в критическом состоянии, – река Томь. По имеющимся в наше время данным о реке, вода в ней содержит в 9 раз больше фенолов, чем позволяет уровень предельно допустимой концентрации. Из-за того факта, что часто случается ситуация, когда угольные разрезы расположены на глубине до 350 м, а водоносные горизонты – на уровне 200 м, получается, что закрывающиеся шахты и разрезы нарушают естественные водопротоки. Наличие этих водопротоков приводит к тому, что при закрытии шахт и разрезов вся вода водоносных горизонтов идёт вниз. Как и следовало ожидать, эта вода при закрытии шахт и разрезов также откачивается на поверхность как сточная вода. За последнее время количество сбрасывающих сточные воды в реку Томь предприятий увеличилось на 15 [3, 4]. Это не может не пугать, поскольку с увеличением предприятий, сбрасывающих сточные воды, в разы превышает уровень предельно допустимой концентрации в воде, а это негативно сказывается на экосистеме реки Томь.

Автором были проведены исследования шахтных вод в Приморском крае, которые показали, что большая часть загрязняющих веществ в них поступает не только со сбросом использованных вод, но и с посту-

плением поверхностных вод. При сбросе использованных вод в шахтные воды попадают находящиеся в них загрязняющие вещества. В процессе использования в воду попадают различные кислоты и соли тяжёлых металлов. Попадая в шахтные воды, они делают их непригодными для использования. Также загрязняющие вещества поступают и с поверхности. В результате сброса сточных вод в водоёмы поверхности в подземные воды, в том числе и в шахтные, попадает немало загрязняющих веществ. При анализе шахтных вод было обнаружено превышение предельно допустимой концентрации нитратов, фосфатов, сульфитов, свинца и цинка. В результате затрудняется процесс самоочищения шахтных вод, что приводит к их непригодности для очистки угля. В таблице приведены примерные данные по превышению предельно допустимой концентрации.

В решении этой проблемы перспективным видится *отстаивание шахтной воды*. Так называется метод очистки от растворённых в ней вредных веществ, который состоит в воздействии на них силы тяжести и, как следствие, их непосредственном осаждении. Его недостаток – из-за того, что скорость осаждения довольно мала, мелкие частицы, которые содержатся в шахтной воде, долгое время находятся в ней. Это объясняют малая масса частиц и отсутствие их самопроизвольной коагуляции – это неслипимость частиц друг с другом по причине наличия одноимённых электрических зарядов на их поверхности. На рисунке представлена принятая схема очистки шахтных вод.

С этой целью используют так называемые *отстойники* – искусственные водоёмы для очищения шахтных сточных вод от вредных примесей с помощью специальных реагентов. Чтобы сбрасываемые шахтами и карьерами воды оказались окончательно очищены от всех вредных веществ, принято непосредственно использовать отстойники, имеющие вид резервуаров. Отстойники-резервуары бывают нетиповые и типовые.

Нетиповыми называют отстойники-резервуары на поверхности Земли с разными размерами и формами. Обычно для очищения воды от вредных веществ используют те отстойники-резервуары, которые имеют прямоугольную форму. Со временем наступает тот момент, когда отстойник-резервуар заполнен до предела. С его наступлением из отстойника-резервуара сначала, используя насосы, откачивают осветлённую воду, а потом с помощью экскаваторов удаляют осадок. В том случае, если возникает необходимость в использовании нескольких нетиповых отстойников-резервуаров, то они работают поочерёдно. Типовые же отстойники бывают трёх видов:

– первый вид – *радиальный отстойник*. Это круглый резервуар диаметром не больше 100 м, у которого коническое днище с уклоном к центру от 0,03 до 0,08 [5]. Его рас-полагают в горизонтальном направлении. Когда очищаемая вода проходит по нему, она попадает в распределительный стакан с отверстиями, а оттуда – в плавающую дырчатую трубу. Осадок, оставшийся в отстойнике, удаляется к его центру, а оттуда – непосредственно самотёком или с помощью насоса.

– второй вид – *вертикальный отстойник*. Этот резервуар бывает круглым с диаметром от 5 до 10 м и высотой до 7 м или квадратным с размерами 14×14 м. У него коническое днище с наклоном стенок от 50 до 70° [5]. Двигаясь по вертикальному отстойнику снизу вверх, очищаемая вода попадает в кольцевой жёлоб, а вредные вещества осаждаются в конические части.

– третий вид – *горизонтальный отстойник*. Этот резервуар вытянут по течению. В его рабочую часть вода попадает, проходя напрямую через распределительный лоток и дырчатую перегородку. Из неё выдавливается осадок в результате действия давления в расположенных вдоль рабочих коридоров перфорированных трубах. В результате в горизонтальных отстойниках собирается осветлённая вода.

Превышение предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ

Наименование вещества	Величина предельно допустимой концентрации (мг/л)	Превышение предела
Нитриты NO <sub>2</sub>	3,3	в 2 раза
Полиаминометилфосфат	5,0	в 1,5 раза
Полифосфаты PO <sub>4</sub>	3,5	в 2 раза
Триметилфосфат	0,3	в 1,2 раза
4-Амино-2-(2-идроксиэтил)-N-этил-анилин сульфит	0,2	в 1,3 раза
Свинец	0,03	в 1,7 раза
Цинк	1,0	в 2,1 раза

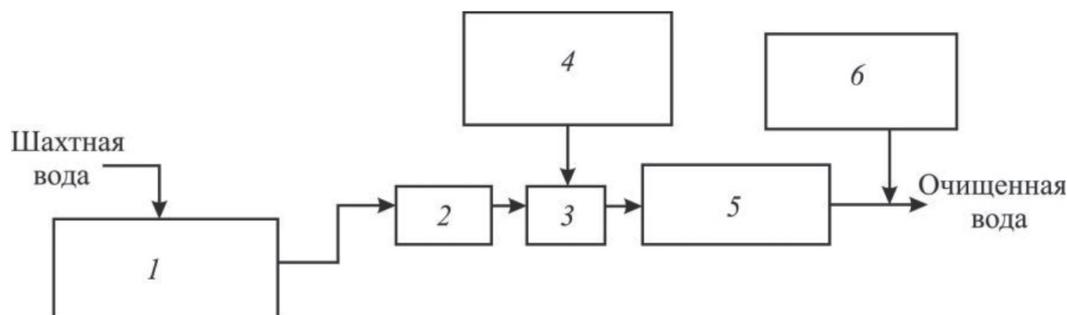


Схема очистки шахтных вод: 1 – усреднитель, 2 – открытый гидроциклон, 3 – шайбовый узел, 4 – бак флокулянта, 5 – тонкослойный отстойник, 6 – хлорное хозяйство

В результате в устанавливаемых шахтёрскими отстойниками на пути шахтных стоков накапливаются тонны угля. Благодаря оставанию шахтных вод уже непосредственно энергетики уголь пускают в ход, поскольку он уже измельчён и отмыт от породы. Таким образом, работа отстойников положительно сказывается на работе угольных шахт. Но необходима своевременная утилизация вредных веществ, так как это приводит к защите окружающей среды от загрязнения и избавляет от повторной очистки шахтных вод. А дело здесь вот в чём. Отстойники в процессе продолжительной работы наполняются вредными веществами, которые выделяются в результате очистки шахтных вод, выше максимальной отметки. Это, в свою очередь, приводит к тому, что уменьшается глубина зоны отстаивания, увеличивается скорость движения шахтной воды в отстойнике и снижается эффект её осветления. Из-за превышения содержания вредных веществ при запуске шахтных вод входной части вод отстойника накапливается осадок, вследствие чего сокращается длина зоны отстаивания и уменьшается время пребывания в ней шахтных вод, а это значительно снижает эффективность очистки. Такое положение вещей имеет весьма неблагоприятные последствия для очистки шахтных вод. Вследствие этого, например, выделяющиеся из шахтных вод при отстаивании сульфаты накапливаются в виде плёнки на выходе из отстойника, и их захватывают уже очищенные воды. Из-за этого происходит вторичное загрязнение сульфатами, что, по мнению автора, несёт в себе весьма негативные последствия как для водных ресурсов, так и для всей экосистемы. Поэтому необходимо в определённый период проводить своевременную очистку отстойника от загрязняющих веществ, которые накапливаются на входе. Это позволит избежать вторичного загрязнения.

Не всегда возможно вовремя заметить, когда отстойник необходимо очистить от загрязняющих веществ. Для этого предлагается использовать датчики, оповещающие о том, что вход в отстойник сильно загрязнён. Принцип работы таких датчиков заключается в следующем. Когда в процессе работы количество загрязняющих веществ на входе в отстойник достигает того порога, при котором происходит повторное загрязнение шахтных вод, датчик подаёт сигнал на компьютер, через который происходит слежение за работой данного отстойника. Оператор, получив сигнал датчика, приостанавливает его работу и даёт рабочим команду очистить вход в отстойник от загрязняющих веществ.

Кроме того, датчик реагирует на количество загрязняющих веществ и определяет, какого из них на входе содержится больше. Например, на входе в отстойник скопилось очень много цинка и несколько меньше фосфатов. Датчик выводит данные по загрязняющим веществам на компьютер, и из них видно, каково количество цинка и фосфатов на входе в отстойник по отношению к другим загрязняющим веществам. Исходя из данных, полученных с данного датчика, возможно разработать план очистки входа в отстойник, исходя из количества скопившихся загрязняющих веществ. В данном примере в первую очередь вход в отстойник очистят от цинка, затем от фосфатов, а потом – от тех загрязняющих веществ, содержание которых меньше, чем цинка и фосфатов.

Также существует проблема финансирования. То, что экологический фонд из-за экономической ситуации, стремительного роста инфляции и платежеспособности предприятий не наполняется, стало серьёзной проблемой. Из-за этого возможности финансирования природоохранных мероприятий снизились. Бывают ситуации, ког-

да финансирование экологического фонда действительно необходимо. Предприятиям стоит уделить внимание этой проблеме. Однако сделать возможным экологическое побуждение охраны окружающей среды не позволяет также отсутствие регулирования природопользования, из-за чего отсутствует чёткий механизм, непосредственно координирующий деятельность ресурсных ведомств и одновременно усиливающий их самостоятельность в принятии решений, которые устраняют экологические проблемы. Это весьма серьёзные проблемы, также требующие решения на управленческом уровне.

На угольных предприятиях большая часть очистных сооружений не осуществляет очистку шахтных вод до нормативных требований из-за того, что применяемые схемы очистки несовершенны, эксплуатация сооружений проводится неграмотно, не соблюдаются какие-либо технологические регламенты. Из-за этого сооружения работают неэффективно. Необходимо не только проводить инструктажи по эксплуатации сооружений и соблюдению технологических регламентов, но и использовать отстойники с предлагаемыми датчиками, оповещающими о загрязнённости их входа. Использование отстойников с такими датчиками повысит эффективность работы сооружений угольных предприятий, в результате, как следствие, возрастет достижение возможных показателей очистки шахтных вод.

В последние годы исследователи установили, что воды в реках Кузбасса наиболее высокое загрязнение происходит весной в период половодья и ливней из-за того, что происходит массовый смыв техногенных продуктов с бассейнов водосборов.

Для решения обозначенных и устранимых проблем предлагаются такие решения:

– создание нормативной (от 1,5 до 3,0 м) глубины зоны отстаивания;

– оборудование отстойников расположенными под водой рассредоточенными распределительными устройствами, так как они позволяют подавать стоки в зону отстаивания по всей её ширине и глубине с одинаковыми скоростями в безнапорном режиме;

– для удаления выделенных в отстойниках вредных веществ и создание установок в них устройств, собирающие вредные вещества;

– слежение и поддержание нормативной глубины и длины отстойной зоны.

Эти меры решения указанных проблем я считаю весьма актуальными. В весенний период они позволят значительно со-

кратить попадание в водоёмы – например, того же Кузбасса – вредных веществ, а это, в свою очередь, позволит предотвратить негативные экологические последствия. Кроме того, датчики, оповещающие о загрязнённости входа в отстойник, повысят качество очистки водоёмов от загрязняющих веществ.

Для решения проблем по очистке шахтных вод, а также по предотвращению сброса загрязняющих веществ в воду очень важно не только создать, но и соблюдать требуемые режимы очистки на действующих сооружениях и максимально увеличить их работу. Этот подход к решению проблемы значительно сократит сбросы загрязняющих веществ в водоёмы с минимальными затратами на улучшение действующих сооружений.

Западная часть Кузбасса (Кузнецкая котловина) богата на экологически опасные объекты. Для того, чтобы решить проблемы поддержания чистоты воздуха и воды с помощью предлагаемого рядом авторов эколого-географического подхода, промышленные предприятия следует разместить на территории области таким образом, чтобы они наносили как можно меньше вреда окружающей среде. На территории водных объектов стоит разместить отстойники, которые очистят сбрасываемые воды от содержащихся в них загрязняющих веществ. Оповещающие о загрязнении входа в отстойник датчики сделают очистку вод более эффективной. Это позволит предотвратить превышение в водоёмах предельно допустимой концентрации вредных веществ.

Важный экологический принцип решения проблем современного загрязнения – поддерживать способности к самоочищению атмосферы и воды. Благоприятные экологические возможности Кузбасса и Кемеровской области не являются безграничными. В городах промышленные, бытовые и транспортные выбросы по объёмам и скорости не должны превышать природные возможности их обезвреживания и уничтожения.

Использование для очистки шахтных вод отстойников и оповещающих о загрязнении входа в отстойник датчиков, рассмотренное на примере Кузбасса, может позволить повысить эффективность очистки шахтных вод. Это, в свою очередь, уменьшит негативное воздействие загрязнённых вод на экосистему.

Выполнение предложенных мер по решению проблем загрязнения позволяет улучшить работу сооружений, извлекающих вредные вещества из сбрасываемых

шахтных вод. Однако очень затруднительно решить проблему очистки шахтных вод от таких примесей, как фенолы. Для этого в очистке шахтных вод рекомендуется непосредственно использовать электрохимическую очистку, однако для неё может потребоваться внести изменения в работу сооружений, которые проводят очистку шахтных вод, а это повлечёт за собой дополнительные финансовые затраты. В то же время электрохимическая очистка позволит защитить водные объекты от недостаточно хорошо очищенных сточных вод, а это, в свою очередь, улучшит экологическую ситуацию с водными ресурсами в Кузбассе.

Более глубокие методы очистки шахтных вод сделают снижение негативного влияния на экосферу ещё более эффективным. Несмотря на возможные проблемы вроде изменений технического регламента, отстойники с оповещающими о загрязнении входа в них датчиками позволят прове-

сти качественную очистку шахтных вод от вредных примесей.

#### Список литературы

1. Дорошенко Т.Г. Снижение загрязнённости шахтных вод в подземных условиях как фактор повышения экологической безопасности угольного производства. Донецкий национальный технический университет, «Геотехнологии 21 века», Донецк, 2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2006/fgtu/doroshenko/library/articl2.htm> (дата обращения: 20.03.2017)
2. Эколого-экономический подход к развитию угледобывающей отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geci.cn.ua/work/625481/Ekologo-ekonomicheskij-podxod-k> (дата обращения: 25.03.2017).
3. Лермонтов Ю.С., Мурзиш В.С. Пути решения экономических проблем, связанных с ликвидацией угледобывающих предприятий Кузбасса // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2000. – № 3. – С. 114–118.
4. Экологические проблемы Кузбасса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.microanswers.ru/article/ekologicheskie-problemi-kyzbassa.html> (дата обращения: 20.03.2017).
5. Бубнова К.Д. Эколого-экономические проблемы ликвидации угольных предприятий // Уголь. – 2001. – № 7. – С. 58–60.

УДК 633.16: 631.559

## ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

<sup>1</sup>Ламажап Р.Р., <sup>2</sup>Липшин А.Г.

<sup>1</sup>ФГБНУ Тувинский НИИСХ, Кызыл;

<sup>2</sup>ФГБНУ «ФИЦ «КНЦ СО РАН», КрасНИИСХ, Красноярск, e-mail: lipshin@rambler.ru

Ввиду суровости климата Республики Тыва и менее благоприятных погодных условий вегетации необходимо создавать более адаптивные сорта. Поэтому актуальным является создание и внедрение новых сортов с постоянной адаптивностью. Цель исследования – оценка параметров экологической пластичности и стабильности урожайности образцов ячменя в условиях Республики Тыва, и на этой основе выявление адаптивных источников. Экспериментальная часть работы проводилась на опытном поле опорного пункта Тувинской НИИСХ в 2011–2016 гг. Предшественник – чистый пар. Почва – темно-каштановая легкосуглинистая. Учётная площадь делянки – 28 м<sup>2</sup>. Погодные условия существенно различались между собой по влагообеспеченности и режиму среднесуточных температур. Такие значимые различия позволили достоверно выявить образцы с повышенной пластичностью и стабильностью. В среднем наибольшую урожайность показал образец Л-19-101 – 20,6 ц/га, максимальная в 2013 г. – 34,9 ц/га, минимальная в 2014 г. – 8,2 ц/га. К группе пластичных образцов относятся (имеющие  $B_i$  более 1) – Витим (1,19), У-53-3838 (1,87), У-53-3837 (1,12), У-49-3796 (1,36), Л-19-101 (1,10), данные образцы отличаются существенным отзывом на улучшение условий роста, однако они требовательны к высокому уровню агротехники, поэтому для наилучших результатов (максимальной отдачи) необходимо обеспечить полный интенсивный технологический цикл возделывания. Как уже отмечалось, еще одной важной характеристикой образцов является стабильность  $s_2$ . Наиболее стабильные (19-49) У-50-3808, Л-19-101, Л-21-116, У-49-3796. У-53-3838 – среднестабильный и высокопластичный ( $b_i = 1,87$ ) с прибавкой к стандартному сорту Донецкий 8 + 0,8 ц/га (при урожайности 20,3 ц/га). Выделенные стабильные и пластичные (У-53-3838, У-49-3796, Л-19-101, Л-21-116) образцы необходимо вовлекать в программу скрещиваний адаптивной селекции для территории Республики Тыва.

**Ключевые слова:** ячмень, урожайность, варьирование, стрессоустойчивость, экологическая пластичность и стабильность

## PLASTICITY AND STABILITY OF CROP PRODUCTIVITY OF BARLEY SAMPLES IN THE REPUBLIC OF TYVA

<sup>1</sup>Lamazhap R.R., <sup>2</sup>Lipshin A.G.

<sup>1</sup>Tuvan State University Agricultural Research Institute, Kyzyl;

<sup>2</sup>FSBI FITS KSC SB RAS, Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture, Krasnoyarsk, e-mail: lipshin@rambler.ru

In view of the severity of the climate in the Republic of Tuva and the less favorable weather conditions of vegetation, it is necessary to create more adaptive varieties. Therefore, it is important to create and introduce new varieties with constant adaptability. The aim of the study is to evaluate the parameters of ecological plasticity and stability of the yield of barley samples in the conditions of the Republic of Tuva, and on this basis to identify adaptive sources. The experimental part of the work was carried out on the experimental field of the support point of the Tuva NIISH in 2011-2016. The predecessor is pure steam. The soil is dark chestnut light loamy. The estimated area of the plot is 28 m<sup>2</sup>. Weather conditions differed significantly in terms of moisture availability and modes of average daily temperatures. Such significant differences made it possible to reliably identify samples with increased ductility and stability. On average, the highest yield was shown by the sample L-19-101 – 20.6 centner / ha, the maximum in 2013. -34.9 c / ha, the minimum in 2014. – 8.2 c / ha. The group of plastic samples includes (with  $B_i$  more than 1) – Vitim (1.19), Y-53-3838 (1.87), Y-53-3837 (1.12), Y-49-3796 (1.36), L-19-101 (1.10), these samples are characterized by a significant response to the improvement of growth conditions, but they are demanding for a high level of agricultural technology, so for the best results (maximum yield) it is necessary to provide a full intensive technological cycle of cultivation. As already noted, another important characteristic of the samples is the stability of  $s_2$ . The most stable ones are (19-49) U-50-3808, L-19-101, L-21-116, U-49-3796. U-53-3838 – medium-stable and highly plastic  $b_i = 1.87$  with an addition to the standard grade Donetsk 8 + 0.8 / ha (with a yield of 20.3 c / ha). Dedicated stable and plastic (U-53-3838, U-49-3796, L-19-101, L-21-116) samples should be involved in the program of adaptive breeding crossings for the territory of the Republic of Tuva.

**Keywords:** barley, productivity, variation, stress resistance, ecological plasticity and stability

На территории СФО за 1996–2016 гг. в производственных посевах в среднем урожайность ячменя составляла – 15,7 ц/га и варьировала (в 2 раза) от 10,2 до 20,3 ц/га. В Республике Тыва средняя урожайность – 7,5 ц/га и различалась в 5,5 раз

(от 2,0 до 10,9 ц/га). Такое сильное колебание по земледельческим зонам связано с большой их контрастностью по почвенно-климатическим условиям [1]. Климат Республики Тыва из всей территории Восточной Сибири имеет более широкую ам-

плитуду изменчивости, это обусловлено непосредственной близостью к обширным пространствам сухих и пустынных степей Монголии. Вегетационный период (80–100 дней) характеризуется поздним прекращением заморозков весной и ранним возвратом их осенью. Осадки выпадают в малом количестве и распределяются неравномерно по всей территории, которая относится к зоне недостаточного увлажнения (300–350 мм) [2]. Ввиду суровости климата республики и менее благоприятных погодных условий вегетации необходимо создавать более адаптивные сорта.

В производстве по значимости в слагаемой урожайности важнейшее место занимает – сорт (гибрид) [3]. За счет внедрения новых адаптивных сортов достигается вклад в повышение продуктивности до 50%. Дальнейшая селекционная работа на генетическом уровне будет постепенно поднимать вклад сорта в урожайность примерно до 80%.

Академик РАН Н.А. Сурин в своих работах отмечает для селекции в Восточной Сибири важнейшее значение *адаптивного* исходного материала, для создания и внедрения новых сортов с постоянной и надежной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды региона [4–6].

В связи с этим весьма актуальными являются оценка и выявление источников урожайности образцов ячменя по параметрам пластичности и стабильности в климатических условиях Республики Тыва.

**Цель исследования** – оценка параметров экологической пластичности и стабильности урожайности образцов ячменя в условиях Республики Тыва, и на этой основе выявление адаптивных источников.

#### Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы проводилась на опытном поле опорного пункта Тувинской НИИСХ в 2011–2016 гг. Предшественник – чистый пар. Почва – темно-каштановая легкосуглинистая, с нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 7,0). Содержание гумуса по Тюрину – 4,5%. Учётная площадь делянки – 28 м<sup>2</sup>. Повторность 4-кратная. Закладка опытов, фенологические наблюдения и учет урожая осуществлялись согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Математическую обработку проводили по Б.А. Доспехову.

В качестве объектов изучения для определения параметров стабильности были взяты 10 образцов ярового ячменя, полученные методом индивидуального отбора из гибридных популяций – из Красноярского НИИСХ (7образцов): У-50-3008, У-53-3838, У-53-3837, У-49-3796, У-47-3787, У-47-3778, У-53-3828; СибНИИРСа (2 образца): Л-19-101; Л-21-116;

сорт Витим (Бурятский НИИСХ) и сорт стандарт Донецкий 8. Расчет показателей пластичности и стабильности проводили по методике S.A. Eberhart and W.A. Russell.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Погодные условия в 6-летний период проведения эксперимента с 2011 по 2016 г. существенно различались между собой по влагообеспеченности и режиму среднесуточных температур. 2011, 2013 гг. характеризуются как избыточно влажные (ГТК = 1,74... 1,92); 2014, 2016 гг. – умеренно влажные (1,29... 1,30); 2012 г. – недостаточно влажный (1,18); 2015 г. – засушливый (0,73). Более подробно погодные условия приведены в наших ранних исследованиях [7]. Такие значимые различия погодных условий позволили достоверно выявить образцы с повышенной пластичностью и стабильностью.

Урожайность сельскохозяйственных растений находится в тесной зависимости от условий выращивания, т.е. необходимо гармоничное развитие элементов продуктивности у растений. Адаптивные сорта при угнетении одних элементов, как правило, компенсируют за счет более выраженно развитых других элементов [8–9].

Э.Д. Неттевич (1985) считает важным критерием оценки адаптивности экологическую пластичность и стабильность сорта [10]. Следует раскрыть определения в нашем понимании: стабильность – способность сорта хранить относительное постоянство признаков при изменении условий среды; пластичность – реакция сорта на различные условия среды, т.е. на улучшение условий выращивания повышается продуктивность, и наоборот.

За годы исследований 2011–2016 гг. в среднем наибольшую урожайность показал образец Л-19-101 – 20,6 ц/га, максимальная в 2013 г. – 34,9 ц/га, минимальная в 2014 г. – 8,2 ц/га. Превысили стандартный сорт Донецкий 8 образцы У-53-3838, Л-21-116 (2015), У-47-3778 (2015), У-53-3828, Витим (2013) (табл. 1).

Сильное варьирование урожайности и различные погодные условия в годы исследований видны при расчете индекса среды (I<sub>j</sub>). Отрицательное значение указывает на резкие изменения условий погоды, то есть в период вегетации были сильные изменения погодных ресурсов, как осадков, так и температурных значений в 2011 г. – 1,4; 2012 г. – 4,0; 2014 г. – 9,2; 2015 г. – 0,3 отрицательные неблагоприятные; 2013 г. + 14,9 наиболее благоприятный; 2016 г. – 0,0 нейтральный.

Таблица 1

Пластичность и стабильность урожайности образцов ячменя в Республике Тыва,  
2011–2016 гг.

Образец	Урожайность по годам, ц/га						Среднее	Сумма	Cv%	Vi	σ <sub>2d</sub>
	2011	2012	2013	2014	2015	2016					
Донецкий 8 ст-т	23,2	19,0	19,1	11,2	18,1	24,0	19,1	114,6	23,9	0,21	90
У-50-3808	17,0	12,1	27,4	10,3	12,3	16,5	15,9	95,6	38,9	0,73	19
Витим	7,0	16,0	35,7	7,4	10,1	7,2	13,9	83,4	80,7	1,19	287
У-53-3838	16,1	11,1	50,1	7,5	14,2	22,7	20,3	121,7	76,3	1,87	149
У-53-3837	6,9	11,0	33,3	8,1	7,4	6,8	12,3	73,5	85,1	1,12	267
У-49-3796	18,9	17,0	40,8	7,3	13,5	16,3	19,0	113,8	60,3	1,36	49
У-47-3787	19,4	13,1	21,0	6,5	21,6	17,3	16,5	98,9	35,0	0,52	67
Л-19-101	22,1	12,8	34,9	8,2	22,4	23,0	20,6	123,4	45,1	1,10	40
Л-21-116	16,7	13,6	33,8	9,3	23,0	22,4	19,8	118,8	43,5	1,03	32
У-47-3778	16,2	11,0	26,7	7,4	23,8	18,8	17,3	103,9	42,6	0,79	78
У-53-3828	14,8	12,8	34,3	8,5	24,1	18,3	18,8	112,8	49,1	1,09	53
средняя	16	14	32	8	17	18				1,00	102
Cv, %	32,4	19,5	27,1	17,0	34,9	33,6				43,9	90
колебание	16,3	8	31	4,7	16,7	17,2				1,7	268
сумма	178	150	357	92	191	193					
Ij индекс среды	-1,4	-4,0	14,9	-9,2	-0,3	0,0					

Таблица 2

Характеристика образцов ячменя по параметру пластичности  
и стабильности урожайности

Образец	Характеристика
Донецкий 8	Среднестабильный, непластичный, среднеурожайный
У-50-3808	Стабильный, непластичный, низкоурожайный
Витим	Нестабильный, пластичный, низкоурожайный
У-53-3838	Среднестабильный, высокопластичный, урожайный
У-53-3837	Нестабильный, пластичный, неурожайный
У-49-3796	Стабильный, пластичный, урожайный
У-47-3787	Стабильный, непластичный, низкоурожайный
Л-19-101	Стабильный, пластичный, урожайный
Л-21-116	«-«
У-47-3778	Среднестабильный, непластичный, среднеурожайный
У-53-3828	Стабильный, пластичный, среднеурожайный

Из приведенных расчетов к группе пластичных образцов (имеющих  $V_i$  более 1) относятся Витим (1,19), У-53-3838 (1,87), У-53-3837 (1,12), У-49-3796 (1,36), Л-19-101 (1,10). Данные образцы отличаются существенным отзывом на улучшение условий роста, однако они требовательны к высокому уровню агротехники, поэтому для наилучших результатов (максимальной отдачи) необходимо обеспечить полный интенсивный технологический цикл возделывания (табл. 2).

Не пластичные образцы ( $V_i$  менее 1) – Донецкий 8(0,21), У-50-3808 (0,73), У-47-3787 (0,52), У-47-3778 (0,79), У-53-3828

(1,09). Данные образцы на экстенсивном фоне (низкий плодородный предшественник, неблагоприятные погодные условия гидротермического режима) максимально используют свой генетический потенциал, нежели высокопластичные.

При расчетах у образцов Л-21-116 выявлена  $b_i = 1$ , а это значит, что урожайность сорта изменяется прямо пропорционально изменению условий роста.

Как уже отмечалось, еще одной важной характеристикой образцов является стабильность  $s_2$ . Наиболее стабильные (19-49) – У-50-3808, Л-19-101, Л-21-116, У-49-3796.

Нестабильные (267-287) – Витим, У-53-3837. У-53-3838 – среднестабильный и высокопластичный ( $b_i = 1,87$ ) с прибавкой к стандартному сорту Донецкий 8 + 0,8ц/га (при урожайности 20,3 ц/га).

#### Выводы

1. В почвенно-климатических условиях Республики Тыва величина урожайности ярового ячменя в наибольшей мере зависит от сложившихся погодных условий.

2. Из изучаемых образцов ярового ячменя Красноярской селекции выделился образец +0,9 ц/га У-53-3838 и Новосибирской селекции +0,7...1,5 ц/га Л-21-116, Л-19-101.

3. Выделенные стабильные и пластичные (У-53-3838, У-49-3796, Л-19-101, Л-21-116) образцы необходимо вовлекать в программу скрещиваний адаптивной селекции для территории Республики Тыва.

#### Список литературы

1. Официальный интернет-ресурс: ЕМИСС Государственная статистика / Урожайность сельскохозяйственных культур (в расчете на убранную площадь) Url: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533> (дата обращения: 01.06.2017).

2. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование Восточной Сибири // Развитие производительных сил Восточной Сибири. – М.; Сельхозиздат, 1960. – С. 18–19.

3. Белоус Н.М., Ториков В.В. Урожайность, адаптивность, пластичность и стабильность новых сортов ярового ячменя // Вестник Брянской с.-х. академии. – 2010. – № 4. – С. 1.

4. Сурин Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес) / Н.А. Сурин; Краснояр. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2011. – С. 4.

5. Интегрированная оценка адаптивной способности образцов ячменя из коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова, С.А. Герасимов, А.Г. Липшин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 6. – С. 32–35.

6. Биологические особенности и селекционное значение сортов ячменя сибирской селекции / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова, С.А. Герасимов, А.Г. Липшин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 1 (248). – С. 13–22.

7. Ламажап Р.Р., Липшин А.Г. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в Республике Тыва // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2016. – № 12. – С. 15.

8. Заушинцева А.В. Селекция ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины Западной Сибири: дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.05. М., 2001. – 304 с.

9. Свиркова С.В. Реакция сортов овса на изменчивость метеофакторов на юге Западной Сибири / С.В. Свиркова, А.А. Старцев, А.В. Заушинцева // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – С. 331.

10. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С. 66–73.

УДК 633.16: 631.559 (574)

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА БОГАРЕ ЮГА КАЗАХСТАНА****Мамирова Н.А., Жусипова Г.Т., Бердалиева А.М., Тулепова Ф.К., Ермаханов М.Н.***Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, e-mail: myrza1964@mail.ru*

Урожайность является важнейшим критерием при оценке хозяйственной ценности сорта ячменя. В связи с этим селекция на этот признак является приоритетным направлением при создании новых сортов и линий озимого ячменя. В связи с этим оценка коллекционных образцов озимого ячменя по урожайности и элементам ее структуры и выявление ценных форм для селекции новых сортов имеет большое теоретическое и практическое значение. Урожай зерна и его качество формируются под воздействием сложного комплекса условий. Чем лучше условия произрастания водной, пищевой, световой режимы и другие факторы, тем выше урожай. В условиях юга Казахстана основным фактором получения высокого урожая служит водообеспеченность растений.

**Ключевые слова:** урожайность, ячмень, продуктивность**PRODUCTIVITY OF SAMPLES OF WINTER BARLEY OF VARIOUS ORIGIN ON BOGARA OF SOUTH KAZAKHSTAN****Mamirova N.A., Zhusipova G.T., Berdalieva A.M., Tulepova F.K., Ermakhanov M.N.***South-Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, e-mail: myrza1964@mail.ru*

Yield is the most important criterion in assessing the economic value of barley variety. In connection with this, selection for this feature is a priority in creating new varieties and lines of winter barley. Due to this, the evaluation of winter barley collection samples on yield and elements of its structure and the identification of valuable forms for selection of new varieties is of great theoretical and practical importance. The grain harvest and its quality are formed under the influence of a complex set of conditions. The better the conditions for the growth of water, food, freshness regimes and other factors, the higher the yield. In the conditions of the south of Kazakhstan, the main factor in obtaining a high yield is the water supply of plants.

**Keywords:** yield, barley, productivity**Условия, материал и методика исследований**

Исследования проводили в 2012–2014 гг. на полях научного севооборота учебно-опытного хозяйства ТОО «Красноводопадская сельскохозяйственная опытная станция» в отделе селекции ячменя, расположенного в ЮКО. Погодные условия в годы проведения исследований были неблагоприятными для роста и развития озимого ячменя. Годы характеризовались повышенным температурным режимом летом, недобором осадков в период вегетации и в целом за сельскохозяйственный год: 486,1 и 576,6 мм осадков соответственно, при норме 582,4.

Материалом для исследования являлись образцы групп озимого ячменя различного происхождения коллекционного питомника. В качестве стандарта использовали сорт озимого ячменя Береке-54.

На богаре озерненность колоса варьировала в зависимости от года исследований. В 2013 и 2015 годах влагообеспеченность и температурный режим были благоприятны для развития, цветения и налива зерна. Весна 2014 года была засушливой и завязываемость зерен была низкой. Число зерен стандартного со-

рта Береке-54 среднем за 3 года составило 23 шт.

В коллекции выделены образцы к-29726 из Украины и к-540878 из Сирии, сформировавшие до 31 зерен в благоприятные годы, но в засушливом году показали низкую завязываемость 15–17 зерен соответственно. В табл. 1 приведены выделенные образцы, у которых число зерен в колосе стабильно превосходит стандарт.

Согласно данным таблицы 27 по числу зерен в колосе в качестве исходных форм для практической селекции рекомендуются следующие образцы: (к-19177) Узбекистан, (к-29639) Литва, (к-29731) Китай, (к-29804) Украина, (к-52392, к-52398) Марокко.

**Масса зерна с колоса**

В результате исследований на богаре выявлены 7 образцов коллекции озимого ячменя разновидности медуком и нутанс. Наибольшая масса зерна с колоса в среднем за все годы испытания отмечена у следующих образцов: (к-19177) Узбекистан, (к-29639) Литва, (к-29715) Польша, (к-523386, к-523392) Марокко, (к-29635) Украина и (к-12кв) Казахстан. У стандартного сорта Береке-54 этот показатель был равным 1,17 г.

Таблица 1

Выделенные образцы по количеству зерен в колосе на богаре

Номера по каталогу	Название образца	Происхождение	Озерненность колоса шт. гг.			
			2013	2014	2015	среднее
к-29206	Береке-54	Казахстан	23	21	25	23
к-19177	Унумли арпа	Узбекистан	29	25	31	28
к-29639	Айдос	Литва	34	33	35	34
к-29699	К-7	Венгрия	27	25	29	27
к-29705	Covotte	Франция	27	24	30	27
к-29719	Ethioria	Эфиопия	26	25	29	27
к-29731	P. boiyang	Китай	30	27	31	29
к-29804	Днепропетр- 85	Украина	27	24	30	29
к-29805	Ant-2037	Дания	26	25	29	27
к-523392	Без названия	Марокко	27	24	30	29
к-523398	Befdi-C	Марокко	28	25	31	28

Таблица 2

Образцы ячменя, выделившиеся по массе зерна с колоса

Номер каталога	Сорт	Происхождение	Разновидность	Масса зерна с колоса, г
к-29206	Береке-54	Казахстан	nutans	1,17
к-19177	Унумли арпа	Узбекистан	nutans	2,17
к-12КВ	Л-2-98	Казахстан	медикум	2,10
к-29635	Каштан	Украина	медикум	1,57
к-29639	Айдос	Литва	nutans	1,41
к-29715	Hot	Польша	медикум	1,50
к-29719	Ethioria	Эфиопия	nutans	1,29
к-523386	Gissa	Марокко	nutans	1,54
к-523392	Без названия	Марокко	nutans	1,54

Таблица 3

Образцы ячменя, выделившиеся по массе 1000 зерен

Номер каталога	Сорт	Происхождение	Разновидность	Масса 1000 зерен, г
к-29206	Береке-54	Казахстан	nutans	57,8
к-19177	Унумли арпа	Узбекистан	nutans	63,4
к-12КВ	Л-2-98	Казахстан	медикум	62,1
к-29717	Simon 305	Польша	медикум	61,0
к-540972	Без названия	Сирия	nutans	61,3
к-540975	Без названия	Сирия	медикум	61,6
к-59810	Сагир	Словакия	медикум	62,3
к-54238	Мирра	Германия	nutans	64,0
к-540911	Без названия	Сирия	nutans	64,0
к-540890	Anataliam Exbra	Турция	медикум	61,3
к-29719	Ethioria	Эфиопия	nutans	61,4

Таблица 4

Наиболее продуктивные образцы озимого ячменя на богаре

Номер каталога	Название сорта	Происхождение	Средняя урожайность. г/м <sup>2</sup>	Отклонение от стандарта. г/м <sup>2</sup>
к-29206	Береке-54	Казахстан	398	–
к-548719	Michailo	Икарда	580	+182
к-29639	Айдос	Литва	520	+122
к-29716	Adelle	Польша	650	+252
к-521732	Без названия	Иран	750	+352
к-12КВ	Л-2-98/0	Казахстан	655	+257
к-523603	PPC-8601	Бразилия	605	+207
к-1-a	ВИР-75	Узбекистан	600	+202
НСР <sub>05</sub>			54 г/м <sup>2</sup>	

### Масса 1000 зерен

На богаре одним из основных показателей стабильной и высокой урожайности является высокая масса 1000 зерен. Среди изученных коллекции озимого ячменя наибольшее значение массы 1000 зерен 60,0–64,0 г показали 10 образцов. В засушливом году масса 1000 зерен была меньше и в среднем за 2014 год по коллекции составила 41,4 г, а в наиболее благоприятный 2015 год масса 1000 зерен была более – 48,1 г.

Наиболее крупным зерном отличались образцы из разновидности *nutans*, *medicum*, а наименьшим из разновидности *pallidum*, еще меньше у разновидности *parallelum*. Как видно из данных табл. 3, по массе 1000 зерен среди изученных форм озимого ячменя в условиях полуобеспеченной богары выделены 12 сортообразцов, у которых показатель данного признака составил от 60,0 до 64,0 грамма при уровне у стандарта – 57,8 г. Эти образцы рекомендуются как исходные формы по данному признаку для практической селекции.

### Масса зерна с единицы площади на богаре

В условиях полуобеспеченной богары юга Казахстана основным фактором получения высокого урожая озимого ячменя является влагообеспеченность в период налива и созревания зерна. Для выявления урожайности сортообразцов коллекции озимого ячменя, оценивались урожайность каждого сортообразца с 1 м<sup>2</sup>.

В наших исследованиях величина урожайности изученных сортообразцов ячменя значительно варьировала в зависимости от года выращивания. В 2013–2015 годах урожайность стандартного сорта Береке-54 составила 420 г/м<sup>2</sup> и 465 г/м<sup>2</sup>, в засушливом 2014 году 310 г/м<sup>2</sup>. Особую ценность для селекции представляют образцы к-54238, к-25945, к-29639, к-29716, к-521732 которые сочетают урожайность с устойчивости к засухе, полеганию и зимостойкости.

Выделившиеся высоким потенциалом продуктивности коллекционные образцы озимого ячменя (600 г/м<sup>2</sup>) использованы в гибридизации с местными сортами.

### Список литературы

1. Сариев Б.С., Перуанский Ю.В. Особенности селекции ярового ячменя для неполивных земель Казахстана // В кн.: Теоретические и прикладные аспекты селекции ячменя в Казахстане. – Алматы: Бастау, 2002. – 105 с.
2. Ортаев А.К. Селекция ячменя на богаре юга Казахстана // Научные основы развития сельского хозяйства на Юге Казахстана. – Алматы, 2001. – 23 с.
3. Борисоник З.Б., Щербенко О.И. Посевные и урожайные качества семян ячменя в зависимости от их крупности. – Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института кукурузы. – Днепропетровск, 1971. – вып. 22. – С. 33–36.
4. Ганусевичоте Л.С. Влияние условий выращивания и сорта на урожай и качество ярового ячменя. – В кн.: Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур. – М.: «Колос», 1971. – С. 131–136.
5. Ортаев А.К., Мамирова Н.А. Селекция ячменя на зимостойкость // Материалы Международной конференции: «2-я Международная конференция зерновых и зернобобовых культур в странах Центральной Азии и Закавказья», Кыргызстан, Чолпан-Ата, 2006. – С. 254.
6. Ортаев А.К., Азимбаев Б.Б., Мамирова Н.А. Болезнеустойчивые образцы коллекции ИКАРДА // Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана. – 2007. – № 8. – С. 6.
7. Ортаев А.К., Мамирова Н.А. Изучение коллекции ячменя УзНИИР на устойчивость к листовым болезням в естественной среде и пыльной головне в искусственно зараженном питомнике // Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана. – 2008. – № 9. – С. 24.
8. Ортаев А.К., Мамирова Н.А. Изучение номеров из ИКАРДА в условиях полуобеспеченной богары юга Казахстана // Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана. – 2008. – № 9. – С. 26.
9. Мамирова Н.А., Ортаев А.К., Джумаханов Б.М. Изучение коллекции ячменя УзНИИР на зимостойкость в условиях богары Юга Казахстана // Материалы Международной конференции: XII-я Международная конференция Сибири-Монголии. – Алматы, 2009. – С. 145.
10. Мамирова Н.А., Кайырбекова Л., Сарсенбаева М.У. Хозяйственно-ценные признаки озимого ячменя в условиях Юга Казахстана // Труды Международной научно-практической конференции: «Современные проблемы инновационных технологии в образовании и науке». – Шымкент, 2009. – С. 121.
11. Мамирова Н.А. Оценка качества зерна по белку и крахмалу в условиях Юга Казахстана // Научный журнал Министерства Образования и Науки Казахстана. «Поиск». – 2010. – № 4. – С. 56–58.

УДК 336.67: 657

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЕДЕНИЮ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ КАК ИСТОЧНИКА ИНФОРМАЦИИ ОБ ИМУЩЕСТВЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ И ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

**Бакулина А.М., Потапейко Д.А.**

*ГОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, e-mail: aleksana95@mail.ru*

В статье представлена экономическая сущность и особенности бухгалтерской отчетности как источника информации об имущественном положении, а также финансовой и хозяйственной деятельности организации, также представлены основные проблемы, возникающие при её составлении, которые необходимо решать при проведении самого анализа и выборе методики его составления. В статье представлены три основные проблемы (терминологическая, проблема идентификации, проблема информативности), возникающие при составлении бухгалтерской отчетности, которые можно решить с помощью методик различных авторов. Во внимание взялись две точки зрения. Методика Донцовой Л.В., которая представлена в виде трёх больших взаимосвязанных блоков и методика Дыбаль С.В., которая представляет собой совокупность аналитических способов, правил исследования экономики предприятия, содержащая в себе несколько этапов. В статье также присутствует обобщенная точка зрения автора насчёт исследованных методик оценки бухгалтерской отчетности. Представлена основная последовательность оценки имущественного положения и финансовых результатов деятельности по данным бухгалтерской отчетности для коммерческой организации с учётом утверждённых в настоящее время форм финансовой отчетности, для решения проблем проведения анализа отчетности и достижения наиболее эффективного результата.

**Ключевые слова:** бухгалтерский учет, бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, ликвидность, платежеспособность, финансовая устойчивость, методика составления бухгалтерской отчетности, терминологическая проблема, проблема идентификации, проблема информативности

**GENERAL PROVISIONS ON ACCOUNTING AS SOURCE OF INFORMATION ABOUT THE FINANCIAL POSITION AND FINANCIAL PERFORMANCE OF THE ORGANIZATION**

**Bakulina A.M., Potapeyko D.A.**

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: aleksana95@mail.ru*

The article presents the economic essence and characteristics of accounting as a source of information about the property status and financial and economic activities of the organization, also presented the main problems encountered when compiling that need to be addressed when conducting the analysis and selection of the method of its preparation. The article presents three main problems (terminological, problem identification, the problem of informativeness), resulting in the preparation of financial statements that can be solved using the techniques of various authors. Into account come from two points of view. The method Dontsova L.V., represented in the form of three large interconnected blocks and methods Dybal S.V., which is a combination of analytical methods, rules, study of business Economics, which contains several stages. The authors also present a generalized view of the author at the expense of the investigated methods of evaluating financial statements. The basic sequence of evaluation of property and financial performance according to the financial statements for commercial organizations subject to the currently authorized forms of financial statements for the solution of problems analysis of reports and achieve the most effective results.

**Keywords:** accounting, balance sheet, statement of financial performance, liquidity, solvency, financial stability, methods of preparing accounting statements, terminology problem, the problem identification, the problem of informativeness

В настоящее время бухгалтерский учёт играет очень важную роль, он отражает всю хозяйственную и финансовую деятельность организации. Даёт характеристику об имущественном и финансовом состоянии. Основное требование к такой информации заключается в том, чтобы она была точной и достоверной. Данные бухгалтерской отчетности представляют интерес для внутренних и внешних пользователей. Руководители, т.е. внутренние пользователи, анализируя её, могут принимать управлен-

ческие решения, составлять стратегии развития, предотвращать возможные ошибки. Внешним пользователям, например инвесторам, информация бухгалтерской отчетности позволяет понять, стоит ли вкладывать средства в развитие, кредиторам же позволяет оценить, способно ли предприятие платить по долгам.

Очень важно выбрать методику ведения бухгалтерской отчетности, чтобы она была понятна для всех, чтобы не возникали проблемы в её интерпретации. Новые тенден-

ции развития экономики привели к тому, что на сегодняшний день в России действуют международные стандарты, которые упорядочивают данные бухгалтерской отчетности, делают процесс составления удобным и понятным. В связи с этим выбранная тема для статьи является очень актуальной.

Проблемы, возникающие при ведении бухгалтерской отчетности, дают повод работать над этими вопросами различным специалистам и учёным. Они работают над созданием оптимальных методик ведения финансовой отчетности. В данной статье ссылка идёт на двух авторов, Донцову Л.В. и Дыбаль С.В., у которых есть своё мнение по этому поводу. Каждый из них представил свою методику по организации ведения бухгалтерского учёта на предприятии.

Цель данной статьи заключается в рассмотрении основных проблем, возникающих при ведении финансовой отчетности, и методов их устранения. А также, изучив эти вопросы, составить собственную точку зрения.

### **Экономическая сущность бухгалтерской отчетности**

Бухгалтерская отчетность является источником информации о финансовых результатах и об имущественном положении организации. Чтобы понять ее роль и значение, рассмотрим ее состав и основные важные элементы.

В бухгалтерскую отчетность, исходя из ПБУ № 4/99 «Бухгалтерская отчетность организации», входит аудиторское заключение, которое подтверждает справедливость бухгалтерской отчетности организации, отчет о финансовых результатах, бухгалтерский баланс и приложения к ним [1].

Бухгалтерский баланс является соединением показателей, которые отображают финансовое состояние организации на определенную отчетную дату. Активом и пассивом бухгалтерского баланса является сопоставление имущества, права и обязательства, что и является его особенностью.

Отчет о финансовых результатах говорит о хозяйственной деятельности организации, а также об увеличении или снижении объема прибыли (убытка) за определенное время.

Из этого следует, что бухгалтерская отчетность – это свод данных о финансовом и имущественном положении предприятия, а также о результатах его хозяйственной деятельности и является информационным источником различных пользователей в отношении:

– приобретения, продажи и владения имуществом;

- участия в капитале предприятия;
- оценки качества управления расчетами;
- способности предприятия своевременно выполнять обязательства;
- обеспеченности обязательств предприятия;
- определения сумм прибылей и убытков;
- регулирования деятельности предприятия.

Информация основных форм бухгалтерской отчетности является исходным источником для подготовки обоснованных выводов относительно улучшения состояния хозяйствующего субъекта. После оценки основных показателей деятельности руководством осуществляется разработка и принятие управленческих решений в отношении основных направлений деятельности.

### **Проблемы оценки имущественного положения и финансовых результатов деятельности по данным бухгалтерской отчетности**

Аналитическое изыскание финансово-хозяйственной работы хозяйствующих субъектов основывается на установленных правилах и приемах и производится согласно конкретной методологии. При этом появляются трудности, которые нужно решить во время выполнения анализа и при выборе методики его проведения.

1. Терминологическая. Значительная часть коэффициентов, имеющих одинаковое содержание, имеют разное наименование. К примеру, такие наименования, как «коэффициент критической оценки», «коэффициент немедленной оценки» или «промежуточный коэффициент ликвидности» содержат тот же смысл, что и «коэффициент быстрой ликвидности». Также, в расчетах различных финансовых показателей нет и методологического единства.

2. В ходе составления бухгалтерского баланса может возникнуть проблема идентификации, проблема группировки пассивов и активов баланса, а также других статей бухгалтерской отчетности предприятия в процессе их анализа. Это объясняется тем, что существует определенная форма официальной бухгалтерской отчетности, использующаяся как основной источник сведений о предприятии. Постоянные проблемы создаёт периодическая смена форм бухгалтерской отчетности, поэтому аналитик вынужден подстраивать свои расчеты под реформированные формы. На некоторый срок нарушается преемственность показателей. Что касается проблемы группировки активов и пассивов, то здесь можно сказать, что сложности возникают при формировании активов по степени ликвидности и пассивов в соответствии с источниками

возникновения. Как правило, эта группировка должна соответствовать реальному участию различных финансовых ресурсов в обороте, однако этот вопрос продолжает оставаться спорным, что отражается в методике определения финансовых показателей.

3. Проблема информативности бухгалтерской отчетности, т. е. невозможности на основе полезной информации произвести анализ. Нередко бывает так, что оценить качество той или иной операции можно только исходя из внутренней учетной информации, а в формах финансовой отчетности эти показатели не отражаются. Таким образом, сущность коэффициентов, рассчитываемая в процессе анализа финансово-хозяйственной деятельности, позволяет четко осознать их возможную ограниченность. Коэффициенты и рекомендуемые их численные значения – все это изначально разрабатывалось для условий развитой и стабильной рыночной экономики со всеми присущими ей институтами, в которой нормально действуют различные рыночные инструменты [2].

#### **Решение проблем оценки показателей бухгалтерской отчетности**

Чтобы решить данные проблемы, необходимо обратиться к методике проведения анализа разных авторов. Так, например, Л.В. Донцова, являющаяся автором учебного пособия «Анализ финансовой отчетности», представляет свою методику в виде трех больших взаимосвязанных блоков:

- анализа финансового положения и деловой активности;
- анализа финансовых результатов;
- оценки возможных перспектив развития организации.

Анализ финансовой отчетности, по мнению Л.В. Донцовой, оформляется в виде аналитической записки, которая включает в себя:

- общие сведения по анализируемой организации;
- финансовые данные, используемые при анализе, коэффициенты и другие показатели;
- выявление и оценку количественных и качественных факторов по важнейшим направлениям анализа;
- оценки и выводы на основании полученных результатов, а также построение прогнозных моделей [3].

С.В. Дыбал представляет методику анализа как совокупность аналитических способов, правил исследования экономики предприятия, которая содержит основные этапы:

- определяются объекты, цель и задачи анализа, составляется план аналитической работы;

- разрабатывается система синтетических и аналитических показателей, с помощью которых характеризуется объект анализа;

- аккумулируется необходимая информация, проверяется точность, приводится в сопоставимый вид;

- проводится сравнение фактических показателей хозяйствования с данными плана отчетного года, базисными показателями;

- выполняется факторный анализ: устанавливаются факторы и рассчитывается их влияние на результат;

- выявляются неиспользованные резервы повышения эффективности деятельности экономического субъекта;

- проводится оценка результатов хозяйствования с учетом влияния различных факторов и выявленных резервов, разрабатываются мероприятия по их внедрению [4].

**С помощью полученных данных в ходе проведения анализа бухгалтерской отчетности** определяют имущественное положение предприятия, его краткосрочные и долгосрочные инвестиции, вложения в физические активы и финансовые активы, источники формирования собственного капитала и заемных средств, оценивают связи предприятия с поставщиками и покупателями, финансово-кредитными учреждениями, оценивают выручку от основной деятельности и прибыль текущего года [5].

Чтобы решить проблемы проведения анализа отчетности и достичь эффективного результата, обобщим исследованные методики и представим основную последовательность оценки имущественного и финансового положения деятельности предприятия по данным бухгалтерской отчетности для коммерческой организации с учетом утвержденных в настоящее время форм финансовой отчетности и используемых в ней показателей.

1. Анализ бухгалтерского баланса. В рамках этого этапа проводятся:

- анализ имущественного положения и источников образования ресурсов;
- анализ ликвидности бухгалтерского баланса;
- оценка платежеспособности фирмы и финансовой устойчивости.

Значение этого анализа заключается в том, что именно оценка показателей баланса позволяет определить:

- общее значение хозяйственных средств субъекта хозяйствования на начало и конец прошлого и отчетного периода, а также изменение за два года;
- показатели собственных и заемных источников средств, их изменение за два года и соотношение между ними;

- соотношение показателей собственных источников средств с суммой внеоборотных (долгосрочных) активов;
- соотношение значений обязательств (задолженности) экономического субъекта с суммой оборотных активов;
- изменение и структура долгосрочных активов по их видам;
- динамика и состояние оборотных средств хозяйствующего субъекта;
- изменение запасов и затрат;
- показатели дебиторской и кредиторской задолженности и их изменение;
- изменение и состояние собственного капитала предприятия;
- изменение и состояние заемного (привлеченного) капитала [6].

Основные статьи актива и пассива бухгалтерского баланса дают возможность осуществить анализ показателей финансового состояния хозяйствующего субъекта: ликвидности, платежеспособности, финансовой устойчивости и кредитоспособности.

2. Оценка показателей отчета о финансовых результатах по следующим направлениям:

- анализ динамики и структуры финансовых результатов. Показатели прибыли анализируются в динамике по данным Отчета о финансовых результатах;
- оценка эффективности деятельности и использования ресурсов, которая включает расчет показателей рентабельности.

Значение такой оценки в том, что можно определить:

- сумму чистой прибыли или убытка хозяйствующего субъекта за отчетный период и ее изменение (показатель роста или снижения по сравнению с базисным периодом);
- сумму валовой прибыли, прибыли (убытка) от продаж и прибыль (убыток) до налогообложения за отчетный и прошлый период;
- доходы и расходы за отчетный и прошлый периоды в целом и по их группам и видам деятельности;
- отложенные и уплаченные налоги, а также иные обязательные платежи из прибыли;
- факторы, оказавшие влияние на изменение прибыли (убытка) [7].

Для того, чтобы понять, какие факторы и причины оказывают влияние на экономическое состояние, какие разработки предложений приняты по совершенствованию

экономического состояния организации или устранению ошибок и недочетов, а также выявлению и закреплению положительных тенденций в работе, необходимо произвести целостный анализ финансового положения предприятия и анализ эффективности использования оборотных, основных средств, кадрового и инновационного потенциалов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что проблемы обоснованности и информативности аналитических отчетов решаются путём использования определённых методов экономического анализа, которые должны включать в себя основные требования современной экономики и особенности хозяйствующих субъектов. Выбор наиболее подходящей методики анализа финансового положения предприятия является очень важным моментом в системе его управления. От данных, полученных в ходе анализа бухгалтерской отчётности, будут зависеть управленческие решения хозяйствующего субъекта, а также приняты необходимые меры по устранению ошибок, разрабатываться планы по повышению эффективности работы предприятия в случае, если данные анализа будут неудовлетворительными. Либо будут направлены силы на поддержание эффективной работы организации, а также на повышение прибыли, укрепление имущественного положения.

#### Список литературы

1. Об утверждении положения по Бухгалтерскому учету «Бухгалтерская отчетность организации» (ПБУ 4/99): приказ Минфина России от 06.07.1999 N 43н [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 19.06.2017).
2. Анализ финансовых отчетов предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://afdanalyse.ru/publ/finansovyj\\_analiz/method\\_fin\\_analiza/](http://afdanalyse.ru/publ/finansovyj_analiz/method_fin_analiza/) (дата обращения 20.06.2017).
3. Донцова Л.В. Анализ финансовой отчетности / Донцова Л.В., Никифорова Н.А. – М.: Дело и Сервис, 2015. – 368 с.
4. Дыбаль С.В. Финансовый анализ: теория и практика. Учебное пособие. / С.В. Дыбаль. – СПб.: Издательский дом Бизнес-пресса, 2014. – 304 с.
5. Финансовый менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studepedia.org/index.php?vol=2&post=11841> (дата обращения: 20.06.2017).
6. Система анализа финансового состояния предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://coolreferat.com/Система\\_анализа\\_финансового\\_состояния\\_предприятия](http://coolreferat.com/Система_анализа_финансового_состояния_предприятия) (дата обращения: 20.06.2017).
7. Информационное обеспечение анализа финансового состояния хозяйствующего субъекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://naukaplus.ru/archive/2016/5/3>.

УДК 33: 69

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ОТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Бочек В.П.**

*ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Санкт-Петербург, e-mail: vladimir1994@gmail.com*

В современных условиях развития российской экономики особенно важно, чтобы инновации в строительстве обеспечивали качественное повышение результативности процессов возведения или эксплуатации зданий и сооружений. Практика показывает, что эффективность инноваций напрямую зависит от степени их выгодности и востребованности среди застройщиков. В статье обозначена целесообразность использования инновационных технологий. Описана текущая ситуация на европейском и российском рынках строительного производства в сфере использования инновационных материалов и технологий. В работе подчеркивается важная роль современных нанотехнологий в обеспечении высоких эксплуатационных свойств строительных материалов. Кроме того, проведена оценка экономической и практической выгоды от применения инновационных материалов и технологий на примере использования сэндвич-панелей, а также наноинициаторов, добавляемых в бетонные смеси.

**Ключевые слова:** строительство, инновационные технологии, экономическая выгода, наноинициаторы

## INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND ECONOMIC BENEFIT FROM THEIR USE

**Bochek V.P.**

*Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, Saint-Petersburg,  
e-mail: vladimir1994@gmail.com*

In modern conditions of development of the Russian economy it is especially important to innovation in the construction industry provided a qualitative increase of efficiency of processes of construction or maintenance of buildings and structures. Practice shows that the effectiveness of innovation depends on the degree of their profitability and demand among developers. The article indicates the expediency of using innovative technologies. The author describes the current situation on European and Russian markets of construction production in the use of innovative materials and technologies. The paper emphasizes the important role of nanotechnology in providing high operational properties of building materials. In addition, the assessment of the economic and practical benefits from the use of innovative materials and technologies on the example of the use of sandwich panels, as well as nanoinitiative added to the concrete mix.

**Keywords:** construction, innovation, economic benefit, nanoinitiative

Эффективность инновационных технологий в строительстве можно оценить по их востребованности среди застройщиков: в условиях жесткой конкуренции выигрывают компании, способные возвести объект быстрее, дешевле и качественнее [18]. При этом оценка экономической целесообразности технологии может рассчитываться как затратным методом по факту выполненных работ, так и прибыльным методом – по факту будущей экономии на обслуживании или же экономии на коммунальных платежах (касается энергоэффективных технологий) [3, 7].

В сравнении с европейским, российский рынок строительных услуг отличается большей инерционностью – если в Европе и США основным двигателем строительного прогресса являются сами застройщики, инициирующие разработки инновационных материалов и методик [6, 13], то в России новую продукцию и технологии продвигают преимущественно сами производители. Отчасти это связано с недоверием ко все-

му, что произведено в обход российских ГОСТов – не всегда можно быть до конца уверенным в том, что европейская продукция окажется пригодна для использования в более суровых климатических условиях России [1]. Второй причиной для отказа от перспективных инноваций является консерватизм специалистов: проектные организации и строительные компании неохотно отказываются от привычных технологий, даже если новые методики значительно проще в реализации [5, 14].

Примерно так и произошло с SIP-панелями. За рубежом они широко используются для строительства спортивно-развлекательных центров, муниципальных и коммерческих объектов, жилой недвижимости. В России сэндвич-панели применяются преимущественно для возведения промышленных объектов и складских комплексов [12].

В отличие от классических SIP-панелей со стальной облицовкой, рос-

сийские строительные компании довольно благосклонно восприняли бетонные сэндвич-панели. Многослойная (обычно – трехслойная) бетонная панель гарантирует высокое тепловое сопротивление ограждающих конструкций и показывает отличные показатели звукоизоляции. Тепловое сопротивление таких конструктивных элементов полностью соответствует российским нормам строительного законодательства [17].

Трехслойные стеновые панели выпускаются в соответствии с ГОСТ 31310-2015 [2]. Внутренний слой панели изготавливается из тяжелого бетона толщиной 80–200 мм; в роли теплоизоляции выступают минераловатные плиты, экструдированный или вспененный пенополистирол, толщина слоя – от 50 до 200 мм; внешний слой плиты может изготавливаться из обычного тяжелого бетона толщиной 60–80 мм или иметь декоративную (архитектурную) облицовочную поверхность [11]. Для соединения панелей используют: жесткие петли из арматуры, диагональные стальные фермы, анкерные элементы и пр.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим экономическую целесообразность применения трехслойных стеновых панелей на примере строительства жилого комплекса «Ойкумена» в г. Электросталь.

Продолжительность отопительного периода ( $zht$ ) и среднюю температуру наружного воздуха ( $tht$ ) за отопительный период

определим согласно СП 131.13330.2012 [16]. Для г. Электросталь  $zht = 216$  сут., для жилых домов, поликлиник и лечебных учреждений, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, дошкольных учреждений  $tht$  равна  $-3,1^{\circ}\text{C}$ . Градусо-сутки отопительного периода ( $Dd$ ), рассчитаем согласно СНиП 23-02-2003 [15]:  $(20^{\circ}\text{C} - (-3,1^{\circ}\text{C})) * 216 \text{ сут.} = 4990^{\circ}\text{C.сут.}$

В соответствии с полученными данными сопротивление теплопередаче ( $R_{\text{rec}}$ ) ограждающих конструкций должно составлять не менее  $3,15 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$  для стен, для покрытий и перекрытий над проездами – 4,7 и для перекрытий (чердачных и над подвалами) – 4,15.

В данном случае строительство жилого 10-ти этажного дома проводилось по конструктивной схеме: сборный железобетонный каркас и стеновые панели. При этом приведенное сопротивление теплопередаче для использованной железобетонной панели с изоляцией 180 мм (каменная вата, теплопроводность которой  $\lambda = 0,036 \text{ Вт/мК}$ ) с учетом соединительных связей слоев стеновой панели составляет  $4,6 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$  [4], что полностью соответствует заявленным запросам. Вес подобной конструкции составляет чуть менее  $450 \text{ кг/м}^2$ . Для сравнения, монтаж стен из других материалов с аналогичным термическим сопротивлением  $D'$  (по DIN 4108) обошелся бы дороже (рис. 1).

В результате правильного выбора стеновых панелей застройщик сэкономил не менее 500 руб. на каждом квадратном метре. Общая экономия составила свыше 22 млн руб.

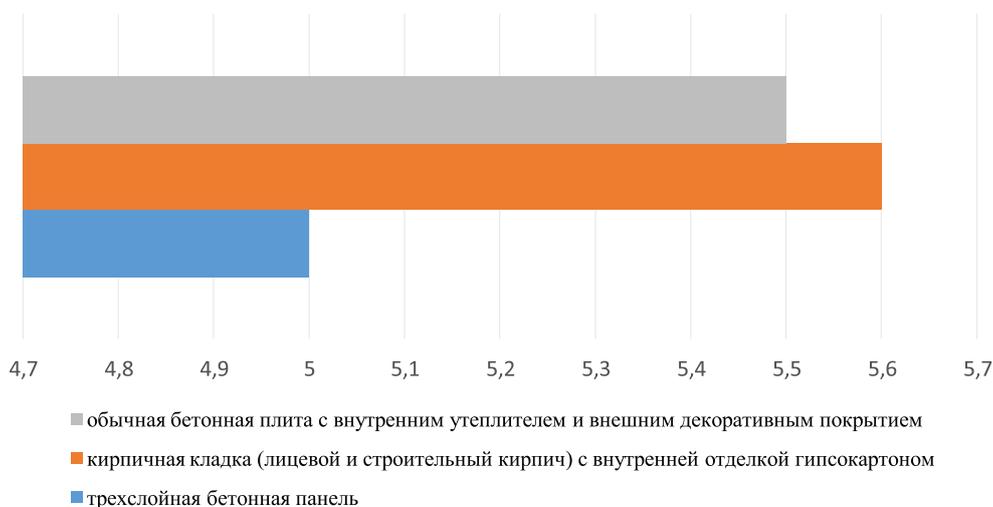


Рис. 1. Стоимость 1 м<sup>2</sup> ограждающих конструкций в зависимости от применения различных типов строительных материалов



Рис. 2. Влияние нанопластификаторов на эксплуатационные характеристики бетона

Повысить эксплуатационные свойства строительных материалов можно с помощью нанотехнологий [8]. Инновационные пластифицирующие добавки позволяют кардинально изменить физические характеристики бетона: сделать его более прочным, долговечным или задать дополнительные свойства. В роли катализатора в данном случае выступают наноинициаторы, которые вносят в смесь вместо пластификаторов для моделирования необходимой наноструктуры.

Наноинициаторы представляют собой микроскопические трубки диаметром всего в несколько микрон. При застывании углеродные полимеры образуют прочнейшую кристаллическую решетку, выступая в роли армирующего каркаса. Благодаря использованию нанотрубок всего в несколько атомных слоев в готовой конструкции можно полностью отказаться от использования привычного армирующего каркаса.

В зависимости от типа нанопластификаторов строители могут получить:

- легкий нанопенобетон, который за несколько месяцев покорила рынок частного домостроительства;
- наноструктурированный бетон средней плотности, внедряемый в сфере коммерческого, многоэтажного жилого и промышленного строительства;
- наноструктурированный бетон повышенной прочности, используемый для

производства несущих конструкций жилых зданий и промышленных объектов повышенной опасности.

Внедрение нанотехнологий в процесс производства бетона позволяет улучшить сразу несколько заданных характеристик (рис. 2). Как видно из рис. 2, использование наноинициаторов позволяет увеличить прочность готовых конструкций на 150%, а морозоустойчивость – на 50%. При этом вес готовых бетонных изделий и объем укладки снижаются примерно на 30%. Любые показатели можно варьировать в зависимости от цели проекта, при этом пластифицирующий эффект можно менять в диапазоне 30–100%, равно как и прочность – с повышением последней возрастает плотность и вес изделия.

Несмотря на заметный рост физико-механических свойств нового нанобетона, его цена лишь незначительно выше, чем у обычного бетона, и все текущие затраты гарантированно окупаются в будущем. Если смоделировать применение нанобетона на рассмотренном ранее объекте в г. Электросталь, то затраты на 1 м<sup>2</sup> ограждающих конструкций составили бы в пределах 5,3–5,5 тыс. руб. Указать более точные цифры не представляется возможным, в силу того, что разработки технологии на сегодняшний день не завершены.

#### Заключение

В настоящее время в российском ООО «НТЦ прикладных нанотехнологий» ведут-

ся разработки, связанные с целенаправленным изменением надмолекулярной структуры цементных бетонов [8]. Ученые пока могут утверждать лишь то, что стоимость российской продукции будет выгоднее, чем западные аналоги. В это можно верить, учитывая, что первые серии легких пенобетонов отличаются сравнительно небольшой стоимостью и заявленными теплоизоляционными свойствами.

Выгодно ли будет использование нанобетона для российских строителей? Наверняка – да: в отличие от классических бетонных плит нанобетон [9] показывает значительно более высокий уровень прочности и долговечности, ему можно придать дополнительные теплоизоляционные свойства, он отлично подходит для реализации объектов любой степени сложности. Уже сейчас можно с уверенностью сказать, что будущее многоэтажного жилого строительства останется за нанотехнологиями.

#### Список литературы

1. Бузырев В.В., Селютина Л.Г., Мартынов В.Ф. Современные методы управления жилищным строительством. – Учебное пособие. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2016. – 240 с.
2. ГОСТ 31310-2015 Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016.
3. Егорова М.А. Селютина Л.Г. Финансовый аспект теории эффективного управления // Общество. Среда. Развитие (Тема Humana). – 2009. – № 3. – С. 11–17.
4. Зеленский О.А. Прикладные основы строительной теплофизики. Методические указания к практическим занятиям. – Владимир, 2014.
5. Инновации в строительстве: сайт. – URL: <http://www.vestsnab.ru> (дата обращения: 08.06.2017).
6. Инновации, проблемы и философия в строительстве: сайт. – URL: <http://www.stroyka74.ru> (дата обращения: 08.06.2017).
7. Костецкий Д.А., Веселков В.В., Кириченко К.Р. Исследование процессов самоорганизации в инвестиционно-строительной сфере региона // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5–4. – С. 613–615.
8. Нанобетон одна из передовых разработок российских ученых: сайт. – URL: <http://www.kirovsp43.ru> (дата обращения: 06.06.2017).
9. Пономарев А.Н. Нанобетон: концепция и проблемы. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры // Строительные материалы. – 2007. – № 5.
10. Пономарев А.Н. Техничко-экономические аспекты и результаты практической модификации конструкционных материалов микродобавками нанодисперсных фуллероидных модификаторов // Вопросы материаловедения. – 2003. – № 3(35).
11. Рязов М.Л. Справочник строителя. – М., 1989.
12. Селютина Л.Г. Организация строительного производства. Учебник: Изд-во СПбГИЭУ. – СПб., 2012. – 534 с.
13. Селютина Л.Г. Системный подход к решению задач в сфере проектирования и управления строительством // Kant. – 2015. – № 2 (15). – С. 71–72.
14. Селютина Л.Г., Голубев А.Н., Фомина Н.Ю. Актуальные аспекты проблемы совершенствования системы управления строительными предприятиями // Актуальные проблемы современной науки. – 2017. – № 1 (92). – С. 23–24.
15. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий (взамен СНиП II-3-79). – М., 2004.
16. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – М., 2015.
17. СНиП 12-01-04. Организация строительства. – М., 2004.
18. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. – М.: Экономика, 2007.

УДК 332.2: 911.3

**ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ УЧЕТ КУРОРТНЫХ  
(ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ) ЗЕМЕЛЬ  
В «КАДАСТРЕ КУРОРТНЫХ ЗЕМЕЛЬ». РАЗРАБОТКА БАЛЛА  
С УЧЕТОМ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ**

**Куканова Ч.А.**

*Нарынский государственный университет имени С. Нааматова, Нарын,*

*e-mail: kukanova.cholponai@gmail.com*

Центральную часть Иссyk-Кульской долины занимает озеро Иссyk-Куль с прилегающими равнинными участками. Особенности орографического строения и наличие незамерзающего озера обуславливают условия для мягкого климата в долине, которая сможет принять рекреантов на разные виды рекреационной деятельности почти круглый год. Требуется разработка индивидуальной методологии, которая учтет особенности курортных земель области. Курортная зона Иссyk-Куль имеет рекреационный потенциал не только в пределах области, но и в масштабах республики. Требуется разработка кадастра курортных (природно-рекреационных ресурсов) земель, так как природные ресурсы и их возможности ограничены. Общая площадь области занимает 43,1 тысячи квадратных километров, что составляет 21,6% от площади страны [7]. В статье приведена конкретная методология и принцип экономического учета курортных (природно-рекреационных ресурсов) земель – разработка балла с учетом неблагоприятных условий.

**Ключевые слова:** разработка балла, курортные (природно-рекреационные ресурсы), земля, неблагоприятные условия, кадастр курортных земель, экономико-географический учет курортных земель, рекреационное районирование, методология и принцип учета курортных земель

**ECONOMIC-GEOGRAPHICAL EVALUATION OF RESORT  
(NATURAL-RECREATIONAL RESOURCES) LAND  
IN THE RESORT CADASTRE». THE DEVELOPMENT OF A SCORE  
TAKING INTO ACCOUNT UNCONGENIAL CLIMATE CONDITIONS**

**Kukanova Ch.A.**

*Naryn State University named after S. Naamatov, Naryn, e-mail: kukanova.cholponai@gmail.com*

The central part of the Issyk-Kul valley is occupied by Lake Issyk-Kul with adjoining plains. The peculiarity of the orographic structure and the presence of an ice-free lake determine the conditions for a mild climate in the valley, which will be able to accept recreants for various types of recreational activities almost all the year round. It is required to develop an individual methodology that takes into account the peculiarities of the resort areas of the region. The Issyk-Kul resort area has a recreational potential not only within the region, but also across the country. It is required to develop a cadastre of resort (natural and recreational resources) lands, as natural resources and their possibilities are limited. The total area of the region occupies 43.1 thousand square kilometers, which is 21.6% of the country's area [7]. The article shows the specific methodology and principle of economic evaluation of resort (natural-recreational resources) land-the development of a score taking into account uncongenial climate conditions.

**Keywords:** development of a score, resort (natural and recreational resources), land, unfavorable conditions, cadastre of resort lands, economic and geographic accounting of resort lands, recreational zoning, methodology and principle of registration of resort lands

В современном мире ускорился темп развития научно-технического прогресса, и потребность в рекреации увеличивается с той же скоростью, в силу чего ценность природных ресурсов имеет особый характер.

**Методология экономического учета.  
Рекреационное районирование**

Районирование Иссyk-Кульской области позволит разделить на количественные и качественные характеристики и группы курортные земли и их природные условия. Это процесс, требующий комплексного подхода рядами направлений – такие как изучения свойства земли архитекторами, длину (а не ширину) возможностей может ли удержать земля высокоэтажные здания

(к примеру, 10–25 этажей), курортноемкость местности, а не только экономический учет полученный уже созданный уже инфраструктуры в целях их рационального и целенаправленного использования и ее сохранения для передачи будущему поколению. Ученые разных направлений, изучая область, разделили по узкой специализации. К примеру, Ю.М. Лунькина и Т.В. Лунькиной котловину разделили на 19 туристических зон, где определили туристические направления области по особенностям высотных ландшафтных поясов: пустыни – это район Рыбачье, по мере передвижения с запада на восток на высоте 1850 м их вытесняют предгорные и среднегорные степи, которые распространяются до вы-

соты 2100 м, затем лесной пояс с высоко-травными степями и лугами, кустарниками и арчевыми лесами и оно длится до 3100 м, выше 3000–3400 м субальпийский ландшафт, здесь среднетравные луга и кустарники. В альпийской зоне – 3400–3800 м, воздух очень сухой, соответственно, здесь часто бывают заморозки, здесь – низкотравные луга. Выше 3600 м – тундровый ландшафт – снежники и ледники. По их мнению, к наиболее благоприятным для летних видов туристических зон относятся зона Чолпон-Ата, зона Каракол и зона Тамга-Тон [4].

По характеру и интенсивности хозяйственного использования в Иссык-Кульской котловине имеются три района: горный, предгорный, равнинный. Равнинный рельеф, предгорно-адырный рельеф образуют равнинный и предгорный характер хозяйственного использования, а горный регион имеет сложную систему природопользования (отгонно-пастбищное животноводство, горное земледелие, добыча полезных ископаемых, рекреация, туризм, альпинизм). Перспективы развития горного и предгорного районов видятся в расширении рекреационного и сельскохозяйственного освоения [2].

По версии Э.Д. Шукурова и коллектива авторов атласа КР территорию Иссык-Кульской области разделили на пять рекреационных зон. Пляжи, отнесенные к *первой рекреационной категории*, наиболее благоприятные для летнего отдыха, занимают общую площадь 617 гектаров и расположены на отрезках берега между Чон-Сары-Ойем и Комсомолом, Сухим хребтом и Дарханом, Тамгой и Акбулуном. *Пляжи второй категории* расположены на участке побережья между Тору-Айгыром и Чон-Сары-Ой. Их общая площадь 74,8 гектаров. *Пляжи третьей категории* расположены на отрезке берега Комсомол – Кутурга. Общая их площадь 105,5 гектаров. Пляжи четвертой категории, которые использовать для купания и других видов рекреации можно лишь на ограниченных участках и в ограниченном объеме, занимают отрезки побережья от Рыбачье до Тору-Айгыра, от Кутурги до северного берега Сухого хребта, от Дархана до Тамги. Их суммарная площадь 90,8 гектаров. Пляжи пятой категории, большей частью непригодные для рекреации из-за заболоченности и засоленности на отрезке Акбулун-Рыбачье занимают площадь 2,5 гектаров [6, 1].

Такое разнообразие природных ресурсов и условий требуют индивидуального подхода на каждого из них при учете, планировании и осуществлении рекреационной деятельности в области. Возникает необходимость разделения на определенные классификации или коэффициент в денеж-

ном выражении при проведении их экономических выгод. Соответственно в каждом районе в зависимости от количественных и качественных различий природных ресурсов и условий ценообразование на участок земли, и ставка налогообложения различны, емкость курортных зон также должны распределяться по 5 рекреационным зонам. Разработан кадастровый оценочный балл (нормативной цены в сельском хозяйстве) для 5 курортно-рекреационных зон Иссык-Кульской области: I рекреационная зона – 100 баллов, II рекреационная зона – 88 баллов, III рекреационная зона – 40 баллов, IV рекреационная зона – 30 баллов, V рекреационная зона – 23 балла, которые рекомендованы для разработки кадастра курортных земель [3]. Наибольшим баллом обладает та рекреационная зона, у которой ценность как курортной земли выше. Как поправочный балл кадастрового оценочного балла предлагаем учитывать важнейший фактор – неблагоприятные условия. На примере Иссык-Кульской области рассмотрим как рассчитать **средние баллы за неблагоприятные условия**. Нашей задачей является определение среднего балла при множестве разнообразий природных факторов наблюдаемых за многие годы, таких как град, сильный ветер, волнение, ливневые дожди, снег на разных рекреационных зонах (см. таблицу). На примере города Чолпон-Ата рассмотрим принцип расчета среднего балла за неблагоприятные природные условия.

**Принцип расчета.** Кадастровый оценочный балл курортных земель города Чолпон-Ата как в I рекреационной зоне составляет 100 баллов. Частота сильного ветра в среднем за год составляет 4 раза. Средний кадастровый балл за неблагоприятное условие (к примеру за сильный ветер) (ср. кад.балл. небл.усл.) рассчитывается в виде кадастрового оценочного балла курортных земель (кад.балл кур.земель) по рекреационной зоне делим на 365 дней и умножаем на частоту неблагоприятного условия за год (частота небл. прир. условий). Таким образом, в виде формулы это выглядит следующим образом:

$$\text{Ср. балл. небл. усл. ед.} = (\text{кад. балл кур. земель по зонам (I, II, III, IV, V)} / 365) \times \text{Частота небл. прир. условий}$$

$$\text{Ср. балл. небл. усл. N} = \text{Ср. балл. небл. усл. 1} + \text{Ср. балл. небл. усл. 2} + \text{Ср. балл. небл. усл. n} \dots$$

В городе Чолпон-Ата в течение года град не наблюдается, частота сильного ветра за сезон в среднем 4 раза, волнения 4 раза, ливневых дождей 3 раза, снега 2 раза.

Неблагоприятные условия курортной зоны озера Иссык-Куль для рекреации и поправочная балльная оценка курортных земель

№	Айльные аймаки	Рекреационная зона	град		сильный ветер		волнение		ливневые дожди		Снег		Кадастровый оценочный балл курортных земель	Поправочные средние баллы за неблагоприятные условия	Поправочный балл с учетом неблагоприятных природных условий
			Лето, частота дней, (от несколько метров до 10 км узкой полосой)	баллы	Лето, частота дней с высотой от 0,14 до 0,6 м.	баллы	Лето, частота дней	баллы	Лето, частота дней	баллы	С ноября по апрель	баллы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Чолпон-Ата	I	не наблюдается		4	1,10	4	1,10	3-4	0,82	2-3	0,55	100	3,57	96,43
2	Бостери		не наблюдается		4	1,10	4	1,10	3-4	0,82	2-3	0,55	100	3,57	96,43
3	Комсомол		не наблюдается		4	1,10	4	1,10	3-4	0,82	2-3	0,55	100	3,57	96,43
4	Корумду	II	не наблюдается		4	0,96	4	0,96	4-5	0,96	3-4	0,72	88	3,62	84,38
5	Темир	III	1-2	0,11	4	0,44	4	0,44	4-5	0,44	4-5	0,44	40	1,86	38,14
6	Григорьевка		1-2	0,11	4	0,44	4	0,44	4-6	0,44	4-5	0,44	40	1,86	38,14
7	Туп	IV	1-2	0,08	4	0,33	4	0,33	7-8	0,58	5-8	0,41	30	1,73	28,27
8	Ак-Булуң	V			10	0,63	10	3,54	3-4	0,19	5-10	0,32	23	4,67	18,33

Примечание. Источник: таблица составлена автором, использованы данные В.Г. Королева [5].

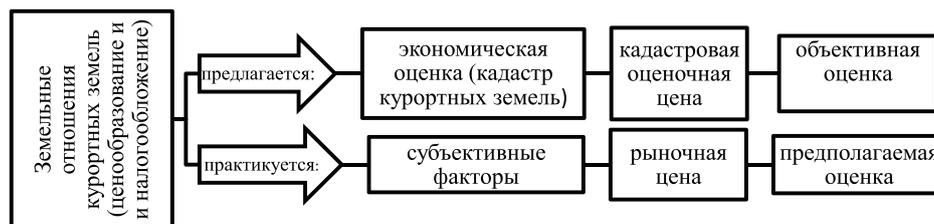


Рис. 1. Земельные отношения курортных земель в КР

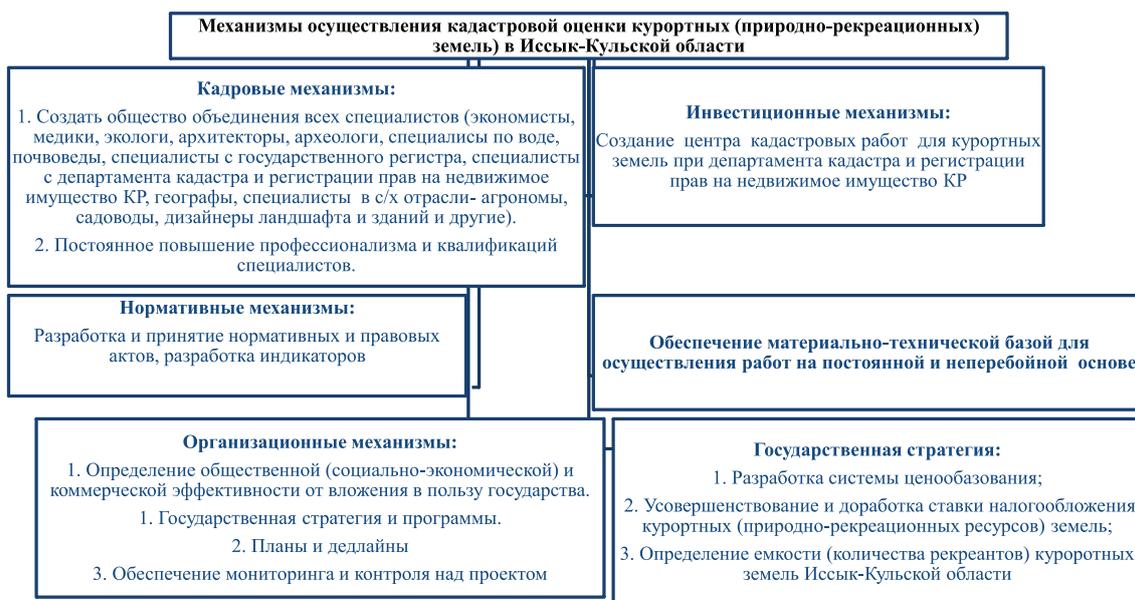


Рис. 2. Механизмы реализации кадастра курортных земель. В итоге, в Иссык-Кульской области 5 курортно-рекреационных зон, каждая зона в зависимости от природно-рекреационных ресурсов и экономических возможностей имеет 5 разных цен на участок земли, соответственно 5 разных ставок налогообложения и объема емкости приема рекреантов (количество рекреантов по зонам в год)

Рассчитаем:

$$\text{Ср. балл. небл. усл. (град)} = 0;$$

$$\text{Ср. балл. небл. усл. (сильный ветер)} = 100/365 \times 4 = 1,10;$$

$$\begin{aligned} \text{Ср. балл. небл. усл. (волнение)} &= \\ &= 100/365 \times 4 = 1,10; \end{aligned}$$

$$\text{Ср. балл. небл. усл. (ливневые дожди)} = 100/365 \times 3 = 0,82;$$

$$\begin{aligned} \text{Ср. балл. небл. усл. (снег)} &= \\ &= 100/365 \times 2 = 0,55; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ср. балл. небл. усл.} &= 0(\text{град}) + 1,10(\text{сильный ветер}) + \\ &+ 1,10(\text{волнение}) + 0,82(\text{ливневые дожди}) + \\ &+ 0,55(\text{снег}) = 3,56 \text{ баллов.} \end{aligned}$$

Кадастровый оценочный балл курортных земель по рекреационной зоне 100 бал-

лов подкорректируем, используя средние баллы за неблагоприятные условия в итоге городе Чолпон-Ата составило 3,57 баллов. Значит, поправочный балл курортных земель с учетом неблагоприятных условий составляет  $100 - 3,57 = 96,43$  баллов. Это означает, что курортные земли в городе Чолпон-Ата с поправкой неблагоприятных условий (климата) имеют 96,43 баллов. Соответственно с изменением среднего балла за неблагоприятные условия и изменится и кадастровый оценочный балл курортных земель. Полученные результаты поправочного балла с учетом неблагоприятных условий по рекреационным зонам, приводит к следующему выводу: если цена участка в I рекреационной зоне составляет «А» сомов, то в других рекреационных зонах экономическая ценность сравнительно ниже. Пример: 1 сотка курортных земель в рекреационной зоне I = 1000\$, поправоч-

ный балл с учетом неблагоприятных природных условий в городе Чолпон-Ата 96,43 баллов\*1000долларов = 964,3 долларов, во II рекреационной зоне 843,8 долларов; в III рекреационной зоне 381,40 долларов, в IV рекреационной зоне 282,7 долларов, V рекреационной зоне 183,3 долларов за 1 сотку. Экономическая ценность для 5 разных рекреационных зон различна, так как имеют разные природно-рекреационные условия.

Цель данного исследования – разработка балла с учетом неблагоприятных условий при разработке кадастра курортных земель позволяет определить кадастровую оценочную цену курортных земель, которая дает реальную цену, а не рыночную цену, так как эти два вида цен имеют огромную разницу. Реальная цена – это та цена, которая дает реальную экономическую выгоду, а рыночная цена – та цена которая решается в соотношении спроса и предложения. Отсутствие на практике кадастра курортных земель в Иссык-Кульской области можно оценить на рис. 1.

Справедливое ценообразование, налогообложение и объем емкости по приему рекреантов сможет реализовываться посредством разработки кадастра курортных земель. Государство заинтересовано регулировать владения и пользования земельными фондами таких задач как: планирование и прогнозирование использования земель, зонирование земель, распределение и перераспределение земель, ведение госу-

дарственного кадастра курортных земель, землеустройство и внутривладельческую организацию землепользования, мониторинг земель и контроль за их правильным использованием, разрешение земельных споров.

Исследуя опыт курортных (природно-рекреационных ресурсов) земель, предлагаем следующий механизм ее реализации (рис. 2).

#### Список литературы

1. Атлас Киргизской Советской Социалистической Республики. Академия наук Киргизской ССР ордена трудового красного знамени институт геологии им. А.А. Адышева отдел географии. Главное управление геодезии и картографии при совете Министров СССР. – М., 1987.
2. Байгуттиев С.Б., Чогулдуров М.Д. «Некоторые аспекты природопользования Иссык-Кульской котловины». // Проблемы озера Иссык-Куль и его горного обрамления /ответ. ред. Аламанов С.К.; АН Кирг. ССР, Географическое общество ССР. изд. Ф. Илим, 1990. – С. 34–35.
3. Куканова Ч.А. Экономико-географическая оценка курортных (природно-рекреационных) земель // Universum: Экономика и юриспруденция : электрон. научн. журн. 2017. – № 6(39). URL: <http://7universum.com/ru/economy/archive/item/4875> (дата обращения: 05.06.2017).
4. Лунькин Ю.М., Лунькина Т.В. Туристские зоны Киргизии. – Ф.: Кыргызстан, 1989. – С. 36–37.
5. Озеро Иссык-Куль. (Очерки по физической географии) отв. редактор Королев В.Г.. Академия наук Киргизской ССР. Тянь-Шаньская физико-географическая станция. Фрунзе, «Илим», 1978. – С. 138–148.
6. Шукуров Э. Д. Эколого-географический очерк Иссык-Кульской котловины. (Обзор данных и комментариев). Фрунзе, Илим, 1990. – С. 15–16.
7. Экономика Кыргызской Республики под. ред. Койчурев Т. и др. Учеб. пособие. – Б.: КТУМ, 2003. – С. 268.

УДК 336.717/.77

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ СРЕДИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В РОССИИ И ПРИМОРСКОМ КРАЕ

<sup>1</sup>Маслюк А.В., <sup>2</sup>Стихилияс И.В.

<sup>1</sup>ПАО СКБ Приморья «Примсоцбанк», Владивосток, e-mail: [masluk\\_94@mail.ru](mailto:masluk_94@mail.ru);

<sup>2</sup>ФБГОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» (ВГУЭС), Владивосток, e-mail: [ilona.Stihilyas@vvsu.ru](mailto:ilona.Stihilyas@vvsu.ru)

Актуальность данной темы является ипотечное кредитование как одна из схем финансирования при приобретении жилья. Система ипотечного кредитования настолько прочно вошла в нашу жизнь и стала неотъемлемым элементом государственной экономической системы, что в ближайшей перспективе вряд ли удастся заменить ипотеку чем-то альтернативным. В процессе исследования были рассмотрены основные проблемы, которые препятствуют системе ипотечного кредитования и не позволяют развивать эту сферу как на территории Приморского края, так и в России в частности, а именно: это отсутствие дифференциации процентных ставок и государственной поддержки отдельных категорий граждан. Для решения данных проблем был предложен ряд мероприятий, которые позволят повысить привлекательность ипотечного кредитования среди потребителей в России и в Приморском крае.

**Ключевые слова:** система ипотечного кредитования, ипотечное кредитование, ипотека, привлекательность ипотечного кредитования, потребитель, мероприятия, недвижимость, ипотека для работников бюджетной сферы

## ACTIVITIES TO INCREASE THE ATTRACTIVENESS OF MORTGAGE CREDITING AMONG CONSUMERS IN RUSSIA AND THE PRIMORSKIY KRAY

<sup>1</sup>Maslyuk A.V., <sup>2</sup>Stikhilyas I.V.

<sup>1</sup>PAO SKB Primorye «Primsotsbank», Vladivostok, e-mail: [masluk\\_94@mail.ru](mailto:masluk_94@mail.ru);

<sup>2</sup>Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: [ilona.Stihilyas@vvsu.ru](mailto:ilona.Stihilyas@vvsu.ru)

The relevance of this topic is mortgage lending as one of the financing schemes for the acquisition of housing. The system of mortgage lending so firmly entered our life and became an integral element of the state economic system, which in the short term is unlikely to be able to replace the mortgage with something alternative. In the process of the study, the main problems that hampered the mortgage lending system and did not allow developing this sphere both in Primorsky Krai and in Russia in particular, namely: the lack of differentiation of interest rates and state support for certain categories of citizens were considered. To address these problems, a number of measures have been proposed that will make it possible to increase the attractiveness of mortgage lending among consumers in Russia and in Primorsky Krai.

**Keywords :** mortgage lending system, mortgage lending, mortgage, attractiveness of mortgage lending, consumer, events, real estate, mortgage for employees of the public sector

На сегодняшний день ипотечное кредитование в современной экономике государства приобретает первостепенное значение и является одним из оптимальных способов, позволяющих решить важнейшую проблему – обеспечение граждан жильем. Кроме того, ипотечное кредитование имеет огромный потенциал экономического развития, а также влияет на повышение стабильности и эффективности функционирования банковской системы страны [2].

Под ипотекой необходимо понимать долгосрочное кредитование населения с целью приобретения жилья, которое становится залоговым обеспечением по ссуде [1].

С одной стороны, ипотечный кредит дает возможность исполнить самое главное желание большинства населения – приобретение собственного жилья, с другой, термин «ипотека» у среднестатистического гражданина ассоциируется

с большой суммой процентов, длительной зависимостью от банка и, что не менее важно – длительным бюрократическим оформлением необходимых документов. Таким образом, страдают все стороны ипотечного кредитования:

- банковская сфера, так как недополучает процент, который мог бы быть получен;
- потребитель, желающий получить свое жилье;

- государство, которое теряет уровень доверия со стороны граждан и т.д.

Однако, каким бы неоднозначным ни было отношение населения к ипотечным кредитам, можно утверждать, что система ипотечного кредитования настолько прочно вошла в нашу жизнь и стала неотъемлемым элементом государственной экономической системы, что в ближайшей перспективе вряд ли удастся заменить ипотеку чем-то альтернативным.

На сегодняшний день ипотека является важным инструментом процесса приобретения недвижимости во всех регионах страны. Особенно нуждаются в собственном жилье молодые семьи. Чтобы накопить сумму, достаточную на покупку жилья, необходимо много времени. Однако в условиях экономического кризиса сделать это становится все сложнее.

Изучив систему ипотечного кредитования, авторы выявили несколько проблемных вопросов, которые препятствуют развитию данной сферы экономики на территории России и в Приморском крае в частности.

Одной из основных проблем низкой привлекательности ипотечного кредитования в Приморском крае является отсутствие государственной поддержки отдельных категорий граждан, таких как работники бюджетной сферы.

Необходимо отметить, что в Приморье существует действующая программа «Социальная ипотека», которая разработана с целью повышения доступности жилья экономического класса для некоторых категорий граждан, в том числе и для работников бюджетной сферы. Однако данная программа действует только для населения, которое признано нуждающимся в жилье, и ограничивает выбор недвижимости, предлагая всего 4 объекта на территории Приморского края (г. Владивосток – 2, п. Трудовое – 1 и г. Уссурийск – 1).

К примеру, в Карачаево-Черкесской республике, Московской области, Краснодарском крае и других регионах страны разработаны программы для льготного кредитования работников общеобразовательных и здравоохранительных учреждений, которые действуют как на первичном, так и на вторичном рынке жилья, предоставляя льготную процентную ставку по ипотечному кредиту (8–10% годовых) или выплату в виде субсидии.

В Приморском крае подобной государственной поддержки не существует. То есть по факту, работая в городе или ином муниципальном образовании в Приморском крае, учитель или врач не имеет никакой поддержки в части ипотечного кредитования, а значит, учитывая стоимость жилья – данной категории собственное жилье вряд ли удастся приобрести самостоятельно.

Также для того чтобы увидеть, может ли население Приморского края, в том числе и работники бюджетной сферы, воспользоваться ипотечным кредитом, были исследованы социально-экономические возможности граждан при покупке квартир, а также рынок недвижимости и предложения банков в Приморском крае.

Самый популярный сегмент недвижимости на данный момент однокомнатные квартиры. По стоимости 1 кв. м общей площади квартиры за 2015 г. Приморский край занимает одной из первых мест и составляет 73 938 руб. На первом месте Московская область 78 540 рублей (табл. 1). Цены на недвижимость в Приморском крае очень высокие, и это ещё раз говорит о малой доступности жилья для населения.

**Таблица 1**  
Средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на рынке жилья за 2015 г.

Регион	Стоимость 1 кв. метра (руб.)
Дальневосточный ФО	69 361
Приморский край	73 938
Приволжский ФО	48 532
Северо-Западный ФО	60 811
Северо-Кавказский ФО	36 610
Сибирский ФО	48 956
Уральский ФО	56 588
Центральный ФО	69 780
Московская область	78 540
Южный ФО	48 190

Средняя цена за 1 кв. м общей площади квартир среднего качества (типовые), на рынке жилья в Приморском крае по данным на I квартал 2016 г. на первичном рынке жилья составляет 52 114,64 рубля, на вторичном рынке 81 035,27 рублей по данным Федеральной службы государственной статистики [5]. Это ещё выше, чем в 2015 г. Таким образом можно сделать вывод, что цены на недвижимость в Приморском крае не перестают расти.

Средняя площадь квартиры около 36 кв. м. Таким образом, стоимость стандартной однокомнатной квартиры составляет  $81\,035,27 \times 36 = 2\,917\,269,72$  руб.

Средняя оплата труда, согласно данным статистики Профсоюза работников здравоохранения РФ, составляет у работников здравоохранения 29 845 руб., а у работников образования (включая учителей и воспитателей, помощников воспитателей) 28 094 руб. [3].

Таким образом, оценим потенциал населения Приморского края в покупке квартиры стоимостью 2 917 269 руб. (табл. 2).

Проанализировав табл. 2, можно сделать вывод, что при ставке в 12% и при самом длительном сроке кредитования (30 лет) в зависимости от первоначального взноса от 15–40% от стоимости квартиры, средний ежемесячный платеж будет составлять 22 128 руб. При таком платеже возможность

взять ипотечный кредит, есть у минимального количества населения Приморского края. Соответственно, маловероятно, что работники бюджетной сферы могут позволить себе ежемесячно выплачивать данную сумму.

На основе рассмотренных программ для льготного кредитования работников общеобразовательных и здравоохранительных учреждений в других регионах страны и оценки возможности покупки наиболее распространенного типа недвижимости населением Приморского края, предложены два варианта поддержки данной категорий граждан. Во-первых, необходимо снижение ставки кредитования работникам бюджетной сферы. Во-вторых, необходимо частичное погашение суммы кредитования за счет государства.

С целью повышения привлекательности профессий в сфере образования и здравоохранения, можно обозначить, что государственная поддержка возможна только при наличии определенного стажа в данных сферах, например не менее 3-х лет.

В этой связи условия кредитования могут быть следующими:

1. При стаже свыше 3 лет возможна льготная ставка ипотечного кредитования, установленная на уровне 8%, что является привлекательным в данной сфере, так как средняя ставка ипотечного кредитования на данный момент составляет 10,5–11%.

2. При стаже свыше 5-ти лет ипотечное кредитование может осуществляться по пониженной ставке, например, если в течение 7 лет после взятия ипотеки сотрудник продолжает работать в сфере образования или здравоохранения, то государство погашает 1/3 от суммы ипотеки. Важное условие – первоначальная сумма ипотеки не должна превышать 2 500 000 руб. В этом случае данный вариант будет выгоден для государства.

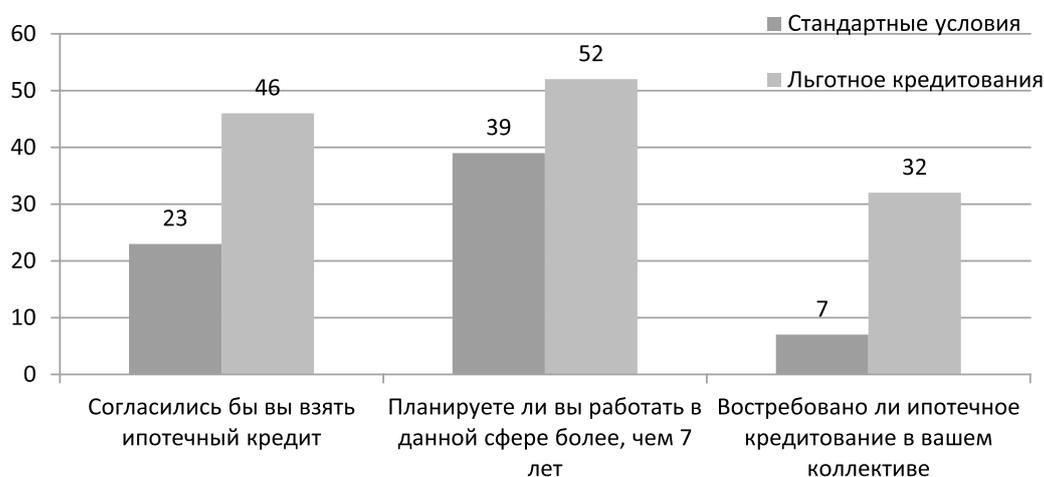
Для выявления актуальности данного вопроса был проведен опрос, в рамках которого обсуждались вопросы данной категории. В содержании опроса делался упор на приобретение ипотечного кредитования на льготных условиях при государственной поддержке.

Результаты опроса представлены на рисунке.

**Таблица 2**

Оценка потенциальной возможности покупки наиболее распространенного типа недвижимости населением Приморского края

	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Стоимость недвижимости (руб.)	2 917 000	2 917 000	2 917 000	2 917 000
Первоначальный взнос (% от стоимость квартиры)	15	20	30	40
Сумма кредита (руб.)	2 479 450	2 333 600	2 041 900	1 750 200
Процентная ставка (% годовых)	12	12	12	12
Срок кредита (мес.)	360	360	360	360
Ежемесячный платеж (руб.)	25 504	24 004	21 003	18 003



*Результаты опроса сотрудников сферы здравоохранения и образования*

Анализируя данные рисунка, важно отметить, что льготное кредитование является привлекательным и востребованным для работников сферы образования и здравоохранения, а именно: увеличивается число тех, кто хотел бы взять ипотеку под приобретение жилья, также увеличивается число тех, кто готов работать в сфере образования и здравоохранения длительный период, при условии государственной помощи в погашении ипотечного кредита на приобретение жилья.

Согласно данным опроса, при внедрении льготных условий кредитования, число согласившихся взять ипотечный кредит увеличилось с 23 человек из 100 опрошенных до 46 человек, то есть фактически в два раза. Учитывая перспективу погашения части кредита за счет средств бюджета, число согласившихся продолжать работать в сфере образования увеличивается с 39 человек до 52 человек из 100 опрошенных.

То есть фактически наблюдается стабилизация кадрового состава, проблема которого особо актуальна в малых городах и среди молодежи в Приморском крае.

В школах по данным статистики значительная часть работающих в возрасте свыше 45–52 лет [4]. Для того чтобы не просто привлечь молодых сотрудников, но и удержать их на местах, необходима планомерная, точная и четко продуманная государственная политика. Именно такое направление имеет программа льготного ипотечного кредитования работников в сфере образования. Таким образом, условия льготного характера преимственны для работников сферы здравоохранения и образования.

Подобного рода программы ипотечного кредитования можно разработать для сотрудников сферы здравоохранения, где также наблюдается процесс «устаревания» кадрового состава и его непостоянство.

Помимо социальной оценки предложений, необходимо также оценить и экономическую составляющую данного предложения.

В расчете приведем типовые усредненные данные, на основе часто встречаемых условий ипотечных кредитов различных банков, основные показатели оставим неизменными, изменим численность лиц, которые взяли ипотечный кредит, если будет внедрено льготное условие. Также изменим и процентную ставку при льготном кредитовании с 12% на 8%. Приведем расчет прибыли за год, которую получит банк в качестве процентов.

Подробный расчет кредита приведем в табл. 3.

В таблице приведен упрощенный расчет, который показывает, что, снижая процентную ставку, но привлекая больше число потребителей ипотечного кредитования, банк получит за год больше процентов в рублевом эквиваленте. Государство, которое может выступить в данной сфере как «соучастник» кредитования, сформирует доверие граждан к государству и банкам в частности. А также сформирует интерес работы в сфере здравоохранения и образования, где на сегодняшний день, с учетом невысокой оплаты труда, наблюдается непостоянство кадрового состава.

Успешное осуществление мероприятий Программы в Приморском крае будет способствовать:

- привлечению дополнительных финансовых ресурсов в жилищный сектор для коммерческих банков и других организаций, предоставляющих ипотечные жилищные кредиты (займы), собственные средства граждан;
- консолидации молодых специалистов в общеобразовательных учреждениях и учреждениях здравоохранения, в том числе в сельских районах;
- укреплению семейных отношений и снижению уровня социальной напряженности в обществе;
- развитию системы ипотечного кредитования.

Вторая немаловажная проблема – отсутствие дифференциации процентных ставок по категориям граждан.

**Таблица 3**

Расчет экономического обоснования льготного ипотечного кредитования

Показатель	Стандартное условие	Льготные условия	Отклонение
Число ипотек за год от сотрудников бюджетной сферы, чел.	23	46	23
Средняя сумма ипотеки (для упрощения расчета), руб.	2 000 000	2 000 000	0
Процентная ставка в год, %	12	8	–3
Сумма процента за год, руб.	240 000	160 000	–80 000
Сумма процента за год, с учетом числа кредитов, руб.	5 520 000	7 360 000	1 840 000

К примеру, данный вопрос можно отнести к категории «мать-одиночка» или женщине, которая одна воспитывает ребенка. Зачастую такие категории граждан не защищены со стороны государства и законодательства в сфере ипотечного кредитования.

Если женщина воспитывает одна ребенка – это не значит, что она не нуждается в собственном жилье. Однако вопрос о снижении ставок ипотечного кредитования таким семьям в России не затрагивается и не раскрывается.

Для решения данной проблемы также важна государственная поддержка, если не в выплате части суммы ипотечного кредитования, то в снижении процентной ставки на кредит. Это привело бы к повышению спроса на ипотечное кредитование.

Исходя из расчета в табл. 1, очевидно, что снижение процентной ставки, привлекающая большее число потребителей, способно обеспечить прибыль коммерческому банку. К тому же риск банка в данном случае не высок, так как по факту до момента выплаты суммы ипотечного кредитования, квартира остается в залоге у банка и гражданин становится собственником только после выплаты всей суммы кредита.

В данном случае основная задача банка – определить уровень платежеспособности заемщика, реальность его потребности в жилой площади. Так как зачастую с помощью различных незаконных схем и уловок под категорию вышеуказанных заемщиков могут попадать и мошенники.

В рамках оптимизации и привлечения дополнительного числа заемщиков в сфере ипотечного кредитования в Приморском крае, были сформулированы основные предложения. Важно обратить внимание и сделать акцент на отдельные категории граждан, в частности были сформулирова-

ны мероприятия, которые помогут повысить доступность и привлекательность ипотечного кредитования для работников бюджетной сферы (здравоохранение и образование), а также неполных семей, при этом важно донести до общественности и банковской сферы в частности, что неполная семья – не значит не нуждающаяся в жилье.

Приведенные расчеты и анализ показали, что мероприятия могут быть эффективными как с финансовой точки зрения для банка, так и с социальной, где наблюдается рост доверия и лояльности потребителей кредитования к государству в целом и к банку в частности.

Предложенные мероприятия помогут созданию надёжной институциональной основы ипотечного жилищного кредитования в целях сохранения финансовой стабильности и расширения возможности приобретения жилья гражданами на первичном и вторичном рынках как в целом в стране, так и в Приморском крае в частности.

#### Список литературы

1. Кислицын З.Е. Проблемы ипотечного кредитования в России / З.Е. Кислицын. – Экономика, 2015 – 3 с.
2. Литвинова С.А. Институциональные основы развития ипотечного кредитования в России: автореф. дис. канд. экон. наук (08.00.10) / Литвинова Светлана Алексеевна; фил. ФГБОУ ВПО «Рос. Акад. народного хоз-ва и гос. службы при Президенте РФ». – Ростов-на-Дону, 2013. – 26 с.
3. Среднемесячная заработная плата работников здравоохранения за 12 месяцев 2016 года [Электронный ресурс] // Профсоюз работников здравоохранения РФ. официал. сайт – URL: [http://www.przrf.ru/docs/full/srednyaya\\_zarabotnaya\\_plata1/](http://www.przrf.ru/docs/full/srednyaya_zarabotnaya_plata1/) Srednemesyachnaya-zarabotnaya-plata-rabotnikov-zdravoohraneniya11/ (дата обращения: 24.03.2017).
4. Средний возраст российского учителя [Электронный ресурс] // LiveJournal – URL: <http://luol-carmelo.livejournal.com/172554.html> (дата обращения: 20.03.2017).
5. Средние цены на рынке жилья [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/tariffs/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/tariffs/#) (дата обращения: 17.03.2017).

УДК 336.67: 658.155.2

## УПРАВЛЕНИЕ ФИНАНСОВЫМ РЕЗУЛЬТАТОМ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Уксуменко А.А., Мишина Ю.С.

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток,  
e-mail: alena.uksumenko@vvsu.ru*

Рассмотрены понятия «финансовый результат» и «прибыль» коммерческой организации, выявлено, каким образом данные показатели влияют на конечную цель ее предпринимательской деятельности. Определены основные подходы к трактовке экономического содержания финансового результата. Исследование проблемы финансового результата в период экономического кризиса становится еще более актуальным, поскольку от полученной организацией прибыли зависит уровень оплаты труда работников, динамика поступления средств в бюджеты разных уровней, насыщенность рынка соответствующей продукцией по мере ее потребности и т.д. На основе финансовой отчетности ООО «Комплекс отдыха «Маяк» проведены расчеты показателей прибыли коммерческой организации в динамике. Выявлены факторы, влияющие на показатели прибыли организации, и сделаны предложения по возможности дальнейшего улучшения финансового результата исследуемого объекта

**Ключевые слова:** прибыль, финансовый результат, управление финансовым результатом

## THE OPERATION OF THE FINANCIAL RESULT OF THE COMMERCIAL ENTITIES

Uksumenko A.A., Mishina Yu.S.

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: alena.uksumenko@vvsu.ru*

The paper examines the concepts «financial result» and «profit» of commercial entities and identifies how these indicators affect the ultimate objective of business activities of a firm. The research of the problem of financial results during an economic recession becomes even more urgent because of companies profitability influence on the level of personnel remuneration, the dynamics of revenues to the budgets of different levels, saturation of markets by relevant products, etc. Based on the financial statements of LLC «Recreation Complex «Mayak» there were made calculations of net earnings indicators in dynamics. There were identified the factors affecting the profit of the organization, and made suggestions for possible further improvement of the financial result of the company

**Keywords:** profit, financial result, operating of financial result

Финансовый результат, как конечный итог деятельности организации, выражается величиной прибыли (убытка) путем соотношения доходов и расходов и является индикатором успешной деятельности, создает дальнейшие перспективы существования организации [4].

Основной целью деятельности любой коммерческой организации является получение высокого финансового результата, так как именно он отражает основные стороны деятельности организации от уровня организации и технологии производства и эффективности системы управления до контроля уровня затрат и цен. Исследование проблемы финансового результата в период нестабильности в экономике государства является наиболее актуальным, так как полученная организацией прибыль влияет на заработную плату работников, динамику поступления средств в бюджеты разных уровней, насыщенность рынка соответствующей продукцией по мере ее потребности и т.д.

**Цель:** изучить основные теоретические подходы к определению финансового результата, а также практические аспекты

управления финансовым результатом ООО «Комплекс отдыха «Маяк».

Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

- изучить понятия финансового результата и прибыли и выявить их сущность;
- рассмотреть современные подходы к управлению прибылью;
- провести оценку финансового результата ООО «Комплекс отдыха «Маяк»;
- сформулировать возможные рекомендации по увеличению прибыли организации.

**Методы исследования** – приемы и способы диалектического метода познания (анализ и синтез, дедукция и индукция и др.), а также специальные методы научного познания, применяемые в экономическом анализе (методы сравнения, горизонтальный и вертикальный анализ и др.).

Изучение научной литературы и практики деятельности бухгалтеров и экономистов показало, что очень часто происходит отождествление понятий «финансовый результат» и «прибыль» организации, поэтому основной задачей данного исследования ставится определение правильного понимания сущности категории финансо-

вого результата. Для этого рассмотрим роль и значение финансового результата в системе финансово-хозяйственной деятельности коммерческой организации. В экономике существует несколько подходов к выделению функций финансового результата. На наш взгляд, выделение двух функций: стимулирования риска и исправления ошибок – является наиболее актуальной. Величина финансового результата является базисом, который обеспечивает не только жизнеспособность предприятия, но и отражает уровень результативности, прибыльности хозяйственной деятельности, возможности количественного роста основных экономических показателей и характеризует потенциал устойчивого развития предприятия [3]. Финансовый результат глубже раскрывает выгодные виды деятельности организации и служит индикатором к инвестированию в такие виды деятельности.

Отсюда следует, что экономический результат отражает цель коммерческой деятельности, ее доходность, и является решающим для организации. Бухгалтерский и экономический подходы к определению финансового результата рассматриваются как базовые.

Бухгалтерская (балансовая) прибыль выступает результатом продажи активов и определяется в соответствии с порядком ведения бухгалтерского учета как разница между доходами и расходами, которые признаются в отчетном периоде, и отражаются в отчете о финансовых результатах. Здесь финансовые результаты – это сумма превышения выручки организации над издержками (явные издержки), а нераспределенная прибыль выступает объективным показателем, так как определяется принятым вариантом оценки расходов организации. Экономическая трактовка считается уже, нежели бухгалтерская, так как эта трактовка финансовых результатов включает помимо явных издержек еще и внутренние

издержки, не отраженные в бухгалтерских документах [2].

Экономический подход к формированию финансовых результатов соответствует статической балансовой теории, а бухгалтерский подход – динамической теории, что, несомненно, оказывает влияние на цели и задачи ведения и организации бухгалтерского учета и отчетности, а также на итоговую величину прибыли организации.

Для глобального анализа получения прибыли организация использует данные отчета о финансовых результатах. Финансовые результаты деятельности организации характеризуются суммой полученной прибыли и уровнем рентабельности. Прибыль организации получают главным образом от реализации продукции, а также от других видов деятельности [6]. Анализ формирования прибыли является важнейшей частью исследования организаций любой отрасли. Анализ динамики прибыли от продаж представлен в табл. 1.

Из данных табл. 1 можно сделать вывод, что прибыль от продаж в отчетном году по сравнению с предыдущим увеличилась на 351 тыс. руб.

Для дальнейшего анализа необходимо определить влияние выручки от продажи продукции, доли себестоимости проданной продукции в выручке от продаж, доли коммерческих расходов в выручке от продаж на изменение прибыли от продаж.

1. Изменение выручки от продаж:

$$\Delta \text{Пр за счет впр} = (61709 - 47641) \times 9,9 / 100 = 1392,73.$$

В результате увеличения выручки от продаж на 14068 тыс. руб. прибыль от продаж увеличилась на 1392,73 тыс. руб.

2. Изменение доли себестоимости реализованной продукции в выручке:

$$\Delta \text{П за счет Дс-ти} = (89,33 - 87,59) \times 61709 / 100 = 1073,74.$$

Таблица 1

Динамика прибыли от продаж ООО «Комплекс отдыха «Маяк»

Показатель	2014 г.	2015 г.	Отклонение
Выручка от продаж, тыс. руб.	47641	61709	+ 14068
Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	41729	55123	+ 13394
в % к выручке	87,59	89,33	+ 1,74
Коммерческие расходы, тыс. руб.	1193	1516	+ 323
к выручке	2,51	2,46	- 0,05
Прибыль от продаж, тыс. руб.	4719	5070	+ 351
в % к выручке	9,9	8,21	- 1,69

В результате приобретения доли себестоимости в выручке на 1,74% прибыль от продаж уменьшилась на 1073,74 тыс. руб.

3. изменение доли коммерческих расходов в выручке:

$$\Delta\Pi \text{ за счет Дк/р} = (2,46 \cdot 2,51) \times 61709 / 100 = - 30,86.$$

В результате снижения доли коммерческих расходов в выручке от продаж на 0,05 прибыль от продаж уменьшилась на 30,86 тыс. руб.

4. Суммарное влияние факторов:

$$\Sigma = 1392,73 + 1073,74 - 30,86 = 2435,61.$$

Из представленных расчетов можно сделать вывод, что росту прибыли от продаж способствовало уменьшение доли коммерческих расходов в выручке от продаж. Таким образом, следует отметить, что в результате роста прибыли от продаж является сокращение коммерческих расходов.

Анализ прибыли до налогообложения начинается с исследования динамики и структуры как по общей сумме, так и в разрезе составляющих элементов (табл. 2).

Из данных табл. 2 следует, что увеличение прибыли от продаж увеличило прибыль до налогообложения на 8,8%. Снижение суммы процентов к уплате привело к увеличению прибыли до налогообложения на 3,1%. Увеличение прочих доходов привело к росту прибыли до налогообложения на 5,8%, из чего делаем вывод, что рост прибыли до налогообложения обусловлен увеличением выручки от продаж и прочих доходов, а также сокращение процентов к уплате, доли себестоимости в выручке от продаж.

Анализ чистой прибыли заключается в сравнении фактической прибыли с прибылью прошлого года, выявлении факторов, повлиявших на изменение (табл. 3).

Из данных табл. 3 видно, что чистая прибыль увеличилась на 477 тыс. руб. На это изменение повлияли следующие факторы:

1) изменение прибыли до налогообложения: увеличение суммы прибыли до налогообложения привело к увеличению чистой прибыли на 596 тыс. руб.

2) изменение суммы налога на прибыль: сумма налога на прибыль увеличилась на 119 тыс. руб., следовательно, чистая прибыль увеличилась на эту сумму.

Суммарное влияние факторов:

$$596 - 119 = 477 \text{ тыс. руб.}$$

По итогам анализа деятельности ООО «Комплекс отдыха «Маяк» можно сделать вывод, что эффективность деятельности компании необходимо наращивать, в противном случае прибыли компании будет недостаточно, чтобы погашать обязательства и инвестировать средства в развитие компании, что может привести к банкротству.

Современный подход к совершенствованию управления формированием прибыли организаций базируется:

1) на системе принципов и методов разработки и реализации управленческих решений в области обеспечения прибыли, и прежде всего на основе использования факторных моделей формирования прибыли и предельной полезности, рыночного ценообразования и теории инновационной прибыли;

2) знании функций и механизмов управления прибылью, организационного, информационного и правового обеспечения управления прибылью;

3) методах анализа, планирования, контроля и стимулирования прибыли;

4) методическом инструментарии управления прибылью.

Реализация системы управления прибылью предполагает знание и учет внешних и внутрипроизводственных факторов ее формирования во взаимодействии с современными тенденциями в мировой и отечественной практике управления производственной, инвестиционной и финансовой деятельностью предприятий [7].

**Таблица 2**

Динамика показателей прибыли до налогообложения ООО «Комплекс отдыха «Маяк»

Показатели	2014 г.	2015 г.	Отклонение	К прибыли до налогообложения, в %
Прибыль (убыток) от продаж	4719	5070	351	8,8
Проценты к уплате	747	621	- 126	- 3,1
Прочие доходы	364	596	232	5,8
Прочие расходы	342	455	113	2,8
Прибыль (убыток) до налогообложения	3994	4590	596	14,9

Таблица 3

Динамика показателей чистой прибыли ООО «Комплекс отдыха «Маяк»

Показатели	2014 г.	2015 г.	Отклонение
Прибыль (убыток) до налогообложения	3994	4590	596
Текущий налог на прибыль	799	918	119
Отложенные налоговые активы	–	–	–
Отложенные налоговые обязательства	–	–	–
Чистая прибыль (убыток)	3195	3672	477

Основной механизм управления прибылью предполагает использование системы следующих законов рыночных отношений экономики и функционирования организации:

1) законы рыночных отношений и конкурентного развития организаций: закон конкуренции и повышения конкурентоспособности, закон возвышения потребностей человека, закон взаимодействия спроса и предложения на рынке, закон убывающей предельной доходности, законы возрастания предельных издержек и убывающей предельной полезности, закон предельной производительности, закон экономической взаимосвязи затрат на производство и потребление товара, закон эффекта масштаба производства, закон знаний и опыта, закон экономии времени, закон оценки затрат и результатов (а не наоборот);

2) законы развития и функционирования организаций: закон самосохранения, закон развития, закон синергии, закон информационной упорядоченности [5].

Внутрипроизводственный организационно-экономический механизм управления прибылью в организации является общим в рамках конкретных отраслей экономики. Внутрипроизводственный механизм управления прибылью на предприятии функционирует во взаимодействии с основным механизмом управления прибылью, стратегией и бизнес-планами развития предприятия [1].

Таким образом, конкретный механизм функционального управления прибылью определяется прежде всего функциями, которые осуществляются:

1) для достижения главной цели по обеспечению повышения благосостояния работников организации в текущем и перспективном периодах;

2) выполнения основных задач по обеспечению роста прибыли, высокой эффективности текущей, инвестиционно-инновационной и финансовой деятельности организации.

#### Список литературы

- 1 Балабанов И.Т. Финансовый менеджмент: учебник / И.Т. Балабанов. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 486 с.
- 2 Бондаренко Т.Н., Вятрович Д.Е. Анализ факторов, оказывающих влияние на показатели финансовой устойчивости туристической отрасли Приморского края // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6–1. – С. 96–99.
- 3 Мейер М.В. Методы оценки эффективности бизнеса / М.В. Мейер. – М.: Вершина, 2014. – 272 с.
- 4 Панов М.М. Оценка деятельности и система управления компанией на основе KPI / М.М. Панов. – М.: Инфра-М, 2013. – 213 с.
- 5 Рябец П.С., Бондаренко Т.Н. Анализ факторов, влияющих на финансовые результаты деятельности предприятия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6–4. – С. 761–764.
- 6 Чернов В.А. Финансовая политика организации / В.А. Чернов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. – 247 с.
- 7 Чернов В.А. Экономический анализ / В.А. Чернов. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 222 с.

УДК 330.15

## ВОДНАЯ РЕНТА В СИСТЕМЕ ПЛАТНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Харитонов Г.Б.

*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,  
e-mail: haritonov.gr@mail.ru*

Статья рассматривает методологические подходы к формированию ренты в системе управления водными ресурсами. Уникальность свойств воды, невозможность её замены другими химическими веществами указывают на ценность водных ресурсов и являются объективными причинами возникновения абсолютной и дифференциальной водной ренты. Основной вклад в прирост нераспределенной (чистой) народнохозяйственной прибыли вносит рента от использования природно-ресурсного потенциала. Недоучет рентного дохода приводит к неполучению бюджетом страны ресурсов социально-экономического развития. Актуальным подходом к управлению водным фондом является развитие системы платного водопользования. Применение механизма учета водной ренты позволит финансировать развитие водной отрасли не за счет средств федерального бюджета, а за счет средств самой отрасли, а также осуществлять взаимовыгодное частно-государственное партнерство.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, водопользование, водная рента, экономическое развитие, водная отрасль

## WATER RENT IN THE SYSTEM OF PAYMENT FOR WATER MANAGEMENT

Kharitonov G.B.

*Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: haritonov.gr@mail.ru*

The article considers methodological approaches to the formation of rent in water resources management. The uniqueness of water properties, the inability to replace it with other chemicals indicate the value of water resources and are the objective reasons for the emergence of absolute and differential water rents. The main contribution to the growth of undistributed national economic profits is made by rent from the use of the natural resource potential. Underestimation of rental income leads to the failure of the country's budget resources for socio-economic development. Actual approach to water management is the development of a system of paid water use. The use of the mechanism for recording water rents will make it possible to finance the development of the water sector not at the expense of the federal budget, but at the expense of the resources of the industry itself, and also to implement a mutually beneficial public-private partnership.

**Keywords:** water resources, water use, water rents, economic development, water sector

Без совершенствования нормативов сбора и механизма взимания платежей на основании справедливых оценок производительности источников водных ресурсов и дифференциации рентной платы по качественным, количественным и территориальным признакам, а также с учетом причинения вреда природным ресурсам и возможности их воспроизводства становление рентных отношений в водопользовании недопустимо.

Основная часть образующихся в настоящее время рентных доходов оседает на счетах частных фирм, которым отданы природные ресурсы в эксплуатацию, в то время как государство, являющееся собственником этих ресурсов, формирует лишь малую часть природной ренты. Российская Федерация должна получать с помощью водной ренты дополнительный доход, который может быть потрачен на охрану и восстановление водных объектов. Рост чистой прибыли в экономику государства вносит именно рента, а не доход от труда и не капитал, как это происходит в других развитых странах. На долю ренты приходится не менее 75% чистой прибыли по расчётам академика Д.С. Львова. Труд приносит 5% и 20% капитал.

Рента от использования природно-ресурсного потенциала страны иными словами – это практически всё, из чего формируется доход страны. Соответственно, недоучет рентного дохода от водопользования приводит к неполучению бюджетом страны очень больших ресурсов социально-экономического развития.

Соответственно, актуально исследование методологии формирования системы управления водным фондом, адекватно учитывающей рентный доход его собственника и использующей его в целях восстановления и охраны водного фонда как составной части общего национального богатства страны. Имущественные и правовые отношения между собственником водных объектов и субъектами-водопользователями, основанные на реализации рентного принципа водопользования, позволяют разрешить проблемы касательно правовой принадлежности водных объектов и элементов водохозяйственного комплекса. Подобный подход к распоряжению и управлению водным фондом предопределяет формирование в стране коммерческого отношения к нему и работу рентного института.

Существуют следующие причины возникновения абсолютной и дифференциальной водной ренты: использование водных ресурсов в производстве, высокая водоёмкость последнего, а также ограниченность и уникальность свойств воды, невозможность её замены другими химическими веществами [1].

Общепризнано, водную ренту определяют, как долю дохода, создающуюся в результате применения водных ресурсов при изготовлении продукции или оказании услуг. Самым главным условием формирования водной ренты является дефицитность водных ресурсов. Рента в первую очередь зависит от состояния водного объекта, его географического расположения, инфраструктурной доступности, а также ряда менее существенных факторов. В связи с ростом потребности в водных ресурсах высокого качества величина водной ренты поднимается. Соответственно ограниченность ресурсов рассматривается не только как их нехватка, но и как предельная необходимость их эффективного внедрения в хозяйственное использование по критерию соотношения затрат и результатов. При водопользовании без изъятия воды из водного объекта рента возникает и при избыточности ресурсов. В данном случае рента определяется соотношением со стоимостью других доступных наилучших методов выпуска аналогичных товаров и услуг без использования водных ресурсов. Из определения водной ренты следует, что началом ее исчисления должна быть величина прибыли, а далее выделение из прибыли той ее части, которая обусловлена эксплуатацией природного ресурса, собственно ренты.

В экономике выделяется два общих подхода к оценке прибыли. Первый из этих подходов основан на использовании показателей, усредненных по отрасли или по группе предприятий. В случае, когда речь идет о конкретном виде природного ресурса, следует рассматривать множество предприятий, которые эксплуатируют данный ресурс. Этот подход соответствует воззрениям классической школы. Второй подход ориентирован на использование предельных показателей, он соответствует маржинализму (теории предельной полезности, теории предельной производительности). В рамках маржинализма разработаны два варианта исследования рентных проблем – прямой, через построение оптимизационных моделей с ограничениями по рентообразующему фактору, и косвенный – через анализ замыкающих затрат в системе производителей, использующих такой фактор. Учёными рассмотрены трудности, возникающие

при попытках практического применения как классического, так и маржиналистского (в обоих его вариантах) подходов, и показано, что в случае водных (а также большинства минерально-сырьевых) ресурсов эти трудности принципиально непреодолимы.

Вопросы взимания водной ренты в настоящее время имеют не прикладной, а только теоретический характер. Подсчёт водной ренты на практике необходим тогда, когда предполагается прямое изъятие у каждого экономического агента, эксплуатирующего водные ресурсы, всей водной ренты или ее заранее фиксированной части для перераспределения в пользу государства. Такое изъятие, однако, не является необходимым, поскольку требуемое перераспределение осуществляется косвенным образом, через элементы действующей налоговой системы. Большинство взимаемых ныне (более того, известных в мире) налогов, в том числе на прибыль, на добавленную стоимость, единый социальный, подоходный, отнесены к базе, в которой в той или иной мере присутствует водная рента (как и любой иной вид природной ренты, если дело касается эксплуатации природных ресурсов). Кроме того, плата за водопользование, хотя и имеет главной целью обеспечение рационального использования водных ресурсов, водосбережение, является важнейшим каналом перераспределения водной ренты в пользу государства. Изменения доли водной ренты, получаемой государством, можно добиваться корректировкой компонентов действующей налоговой системы, т.е. действием «встроенных стабилизаторов». Выявлять величину ренты с высокой точностью практически невозможно и не нужно, так как изымать ее у производителей нельзя, иначе это затормозит развитие водного сектора экономики.

Природная, а также водная рента, как правило, по-разному рассредоточена между предприятиями, где она образуется. Однако, при прочих равных условиях у первых и прибыль будет больше (удельная так точно), чем у вторых. При соответствующем регулировании прогрессивный налог на прибыль его внедрения и собираемость принимает во внимание это обстоятельство [2].

Формирование водной ренты из использования водных ресурсов возможно в сельском хозяйстве, промышленности (тепло- и гидроэнергетика), рекреации, на транспорте [3].

Объём водной ренты предлагается считать по следующей формуле:

$$R = R_a + R_d = P - P_p$$

где  $R$  – водная рента предприятия приходящаяся на единицу работ или услуг;

$R_a$  – абсолютная водная рента предприятия на единицу работ или услуг,

$R_d$  – дифференциальная водная рента на единицу работ или услуг, формируемая как итог использования лучших условий нахождения и режима водных объектов,

$P$  – прибыль предприятий, использующих водные ресурсы, приходящаяся на единицу работ или услуг;

$P_i$  – прибыль приходящаяся на единицу работ или услуг, предприятий данной отрасли по сопоставимой совокупности, не пользующихся водными объектами при основном виде деятельности.

Необходимо различать методики расчета водной ренты в зависимости от видов водопользования (с забором воды и без забора), поэтому методика расчета величины водной ренты в сельском хозяйстве, промышленности и жилищно-коммунальном комплексе отличается от методики вычисления ренты в гидроэнергетике, транспортной отрасли. Необходимость разграничения расчетов связана с возможностью альтернативного получения продукции в отраслях, осуществляющих водопользование. Кроме того, величина ренты от использования подземных водных источников будет на порядок выше ренты от использования поверхностных вод, в силу большей степени ограниченности подземных вод и более высокого уровня их качества по сравнению с поверхностными водами [4].

Учёт особенностей использования водных ресурсов, место каждого конкретного водопользователя в экономике страны отражается в системе извлечения ренты при водопользовании. Водная рента формируется исключительно при высокодоходном водопользовании и извлекается главным образом из прибыли и нуждается в корректировке в зависимости от движения цен в производственном секторе и сфере услуг.

На современном этапе развития водохозяйственного комплекса одна из главных задач заключается в том, чтобы повысить роль системы выявления водной ренты и ее изъятие, создать на этой основе дополнительные рычаги управления экономической подсистемой водохозяйственного комплекса и реализовать принципы устойчивого развития в водопользовании. Этого можно достичь не только через повышение существующих налогов и сборов, а прежде всего благодаря внедрению системы рентных платежей за водопользование. Изъятие водоресурсной ренты должно стать важным регулятором процесса использования водного потенциала и обеспечить условия накопления эколого-экономических активов [5].

Применение механизма учета ренты в водопользовании позволит финансировать развитие водного сектора экономики не из федерального бюджета, а из средств самой водохозяйственной отрасли, а также осуществлять взаимовыгодное частно-государственное партнёрство.

#### Список литературы

1. Степушенкова Е.В. Водная рента как фактор совершенствования экономического механизма водопользования: Автореф. дис. канд. экон. наук. – М., 2008. – 23 с.
2. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. – М.: Научный мир, 2010. – 232 с.
3. Харитонов Г.Б. Анализ возможностей введения рентных платежей в водопользовании // Государственное и муниципальное управление: учёные записки СКАГС. – 2005. – № 1–2. – С. 154–164.
4. Елагина В.Б. Рентоориентированный подход к использованию водных ресурсов: теория и реалии // Экономическая безопасность: проблемы, перспективы, тенденции развития: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (14 декабря 2015 г.): в 2 ч. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2015. – Ч. 1. – С. 352–361.
5. Мандзык В.Н. Оптимизация нормативов платы за специальное водопользование в контексте формирования рентных отношений // Экономика Крыма. – 2014. – № 1. – С. 127–133.

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 ничьих 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**. 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)	
	<b>Кассир</b>	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 _____			
<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)	
	<b>Кассир</b>	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.