АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED AND FUNDAMENTAL RESEARCH

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

Двухлетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,618

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ = 0,337

№ 11 2018
Часть 2
Научный журнал
Scientific journal

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

Электронная версия размещается на сайте www.rae.ru

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
к.м.н. Н.Ю. Стукова
Ответственный секретарь
к.м.н. М.Н. Бизенкова

EDITOR
Natalia Stukova
Senior Director and Publisher
Maria Bizenkova

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED
AND FUNDAMENTAL RESEARCH

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.
Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals directory» в целях информирования мировой научной общественности.

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

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,618.
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,337.

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

ISSN 1996-3955

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

E-mail: edition@rae.ru

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

Подписано в печать 07.12.2018
Дата выхода номера 07.01.2019

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

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 24,63
Тираж 500 экз.
Заказ МЖПиФИ 2018/11

© НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ, СКОПЛЕННЫХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ИЗВЕСТНЯКОВ-РАКУШЕЧНИКОВ «САРЫ-ТАШ»

Калдыбаев Н.А., Салиева М.Г., Саипов Б. *209*

СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Левинзон В.С., Митин Р.К. *214*

СВЕРХЛЕГКИЙ ПОДВОДНЫЙ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ОСМОТРОВЫЙ АППАРАТ

Розман Б.Я., Елкин А.В. *219*

СУБЛИМИРОВАННАЯ СУШКА ПЛОДОВ ФЕЙХОА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕЦЕПТУРАХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Симоненко С.В., Симоненко Е.С., Краснова И.С., Семенов Г.В. *224*

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОСПЛАВА И КАРБИДА КАЛЬЦИЯ ИЗ ШЛАКА ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Шевко В.М., Каратаева Г.Е., Бадикова А.Д., Тулеев М.А., Аманов Д.Д. *228*

Физико-математические науки

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ (NI-FE)@C И РЕЛАКСИВНОСТЬ ИХ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Бызов И.В., Уймин М.А., Конев А.С., Новиков С.И., Ермаков А.Е., Привалова Д.В., Гавико В.С. *234*

ПЕРВОПРИНЦИПНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ СОЕДИНЕНИЯ $PUNIGA_5$ ПРИ ВСЕСТОРОННЕМ СЖАТИИ

Лукоянов А.В., Багласов Е.Д. *240*

Химические науки

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНЕРГИЗМА ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРОВ (ЭТАНОЛА И ПРОПАНА) НА ВОСПЛАМЕНЕНИЕ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОЙ СМЕСИ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА НА ПЕРВОМ ПРЕДЕЛЕ

Брауэр Г.Б. *244*

РАЗРАБОТКА СОСТАВА СОЛНЦЕЗАЩИТНОГО СРЕДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Гвинджилия С.А., Цинцадзе Т.Г., Явич П.А., Габелая М.А. *248*

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2,6-ДИЗАМЕЩЕННЫХ 1,4,3,5-ОКСАТИАДИАЗИН-4,4-ДИОКСИДОВ С АРОМАТИЧЕСКИМИ И НЕПРЕДЕЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

Сажина Е.Н. *253*

Медицинские науки

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ НА ПРОЦЕСС НАЗНАЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В КЫРГЫЗСТАНЕ

Ануварбекова А.А., Нышанбаев М.Т., Иманкулова А.С., Мурзабаева Э.Б., Уланбекова Т.У., Абдуманапова Г.А. *258*

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОЛАЗЕРА У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ ПО ПОВОДУ РАКА ЖЕЛУДКА

Вусик М.В., Кучерова Т.Я., Плешко Р.И., Черемисина О.В. *262*

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАВМАТИЗМА, СВЯЗАННОГО С УПРАВЛЯЕМОЙ ПРИЧИНОЙ (ГОЛОЛЕД) НА ПРИМЕРЕ КРУПНОГО КРАЕВОГО ЦЕНТРА (ГОРОД ПЕРМЬ)

Девяткова Г.И., Мчедлишвили А.А., Щепеткова Е.Р. *267*

ХРОНИЧЕСКИЙ АЛКОГОЛИЗМ И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ СУБДУРАЛЬНЫХ ГЕМАТОМ

Жапаров Т.С., Тургунбаев Б.Ж., Эраалиев Б.А. *272*

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТОВ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ПАТОЛОГИИ КАТАБОЛИЗМА И АНАБОЛИЗМА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ У ПОЖИЛЫХ БОЛЬНЫХ

Косякова Н.И., Захарченко М.В., Шварцбурд П.М., Кондрашова М.Н. *277*

ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СМЕРТНОСТИ В РАЗРЕЗЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Лещенко Я.А., Лисовцов А.А. *283*

ПРИЧИННАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ФАКТОРАМИ РИСКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗАВИСИМОЙ ПАТОЛОГИИ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Андрюшин И.Б. *289*

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРААРТИКУЛЯРНОГО МЫШЕЧНОГО ФУТЛЯРА ПАЦИЕНТОВ С ДЕФОРМИРУЮЩИМ КОКСАРТРОЗОМ В СТАДИИ НЕОБХОДИМОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Мигалкин Н.С., Филимонова Г.Н., Кирсанова А.Ю., Шутов Р.Б. *295*

ПИОЦЕЛЕ РЕШЕТЧАТОГО ЛАБИРИНТА (СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ)

Насыров В.А., Миненков Г.О., Турапова Ж.М., Солодченко Н.В. *300*

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ ПРОЦЕДУРЫ «АНАЛИЗ ВОДЫ ОЧИЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ АПТЕЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ»

Савченко И.А., Корнеева И.Н., Лукша Е.А., Подгурская В.В. *305*

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ХОЛАНГИОКАРЦИНОМЫ

Туманова У.Н., Щеголев А.И., Мишнёв О.Д. *310*

АДАПТАЦИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К УСЛОВИЯМ ПЛАНШЕТНОЙ ФОТОМЕТРИИ: РЕКОМЕНДАЦИИ

Хрипач Л.В., Железняк Е.В., Князева Т.Д., Коганова З.И. *315*

Биологические науки

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ САРАНЧОВЫХ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Абдыкапарова А.О., Турмаханбет А.М. *320*

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ АЛЛЕЛЕЙ 337C/G ГЕНА FSHR КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Ковальчук С.Н., Бабий А.В., Бурсаков С.А. *325*

РОСТ И ЗИМОСТОЙКОСТЬ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИОННОГО ПИТОМНИКА

Малышева С.К. *329*

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ АМУРСКОГО ТИГРА И ПРОГНОЗНЫЕ РАСЧЕТЫ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ НА ПЕРИОД С 2015 ПО 2022 ГОД

Мурзин А.А. *333*

ТОРМОЖЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

Цыгвинцев П.Н. *341*

Сельскохозяйственные науки

ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ СПОСОБОМ ПРОРАЩИВАНИЯ НА РАСТВОРЕ САХАРОЗЫ

Парфенова Е.С., Шамова М.Г., Набатова Н.А., Псарева Е.А. *347*

ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ В 1940–1960-Е ГОДЫ (НА ПРИМЕРЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО (САМАРОВСКОГО) ЛЕСХОЗА)

Ткачев Б.П., Ткачева Т.В. *352*

Науки о Земле

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЛИНОЗЕМНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

Антропова И.Г., Алексеева Е.Н., Доржиева О.У., Гуляшинов П.А., Палеев П.Л. *357*

Экономические науки

ДЕМОГРАФИЯ КАК ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И УРОВНЯ ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Голова Е.Е., Гончаренко Л.Н., Блинов О.А. *363*

Филологические науки

О РОМАНЕ «ДЕХКАНЕ» КЫРГЫЗСКОГО ПИСАТЕЛЯ ШАБДАНБАЯ АБДЫРАМАНОВА

Абдыраманова А.Ш. *369*

ДЕОНТИЧЕСКИЕ НОРМЫ КОММУНИКАТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ В КОНЦЕПТЕ «КОНОК» («ГОСТЬ») КИРГИЗСКОГО НАРОДА

Камбаралиева У.Д., Даба Э.Д. *373*

Научный обзор

Биологические науки

ОБЗОР ПОВЕДЕНЧЕСКИХ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗООСОЦИАЛЬНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ

Матюлько И.С., Муртазина Е.П., Журавлев Б.В. *378*

Медицинские науки

ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫЕ РОДЫ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МИКРОБИОЦЕНОЗА ВЛАГАЛИЩА

Петров Ю.А., Галущенко Е.М., Арндт И.Г. *384*

Экономические науки

НА ПУТИ К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ: ОПЫТ ИТАЛИИ И ФРАНЦИИ

Раков И.Д. *389*

CONTENTS

Technical sciences

INTEGRATED PROCESSING OF TECHNOLOGICAL MINERAL FORMATIONS COLLECTED AT THE DEPOSIT OF SALY-TASH LIMESTONES

Kaldybaev N.A., Salieva M.G., Saipov B. *209*

SOCIAL AND LEGAL MODELLING

Levinzon V.S., Mitin R.K. *214*

ULTRA-LIGHT REMOTELY OPERATED UNDERWATER OBSERVATION VEHICLES

Rozman B.Ya., Elkin A.V. *219*

EXPASION OF APPLICATION AND TERMS OF USE OF FREEZE-DRIED FRUITS OF FEIJOA IN FOOD FORMULATIONS

Simonenko S.V., Simonenko E.S., Krasnova I.S., Semenov G.V. *224*

THERMODYNAMIC MODELING OF FERROALLOY AND CALCIUM CARBIDE OF THE SLAG OF BLAST FURNACE

Shevko V.M., Karataeva G.E., Badikova A.D., Tuleev M.A., Amanov D.D. *228*

Physical and mathematical sciences

MAGNETIC PROPERTIES OF METAL-CARBON NANOCOMPOSITES (NI-FE)@C AND RELAXIVITY OF THEIR WATER SUSPENSION

Byzov I.V., Uymin M.A., Konev A.S., Novikov S.I., Ermakov A.E., Privalova D.V., Gaviko V.S. *234*

FIRST-PRINCIPLES INVESTIGATION OF ELECTRONIC STRUCTURE OF PUNIGA$_5$ COMPOUND UNDER ALL-ROUND COMPRESSION

Lukoyanov A.V., Baglasov E.D. *240*

Chemical sciences

EXPLANATION SYNERGISM INHIBITORS (ETHANOL AND PROPANE) ON IGNITION OF A STOICHIOMETRIC MIXTURE OF HYDROGEN AND OXYGEN ON THE FIRST LIMIT

Brauer G.B. *244*

DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION OF SUNSCREEN USING PLANT MATERIALS GROWN IN GEORGIA

Gvindzhiliya S.A., Tsintsadze T.G., Yavich P.A., Gabelaya M.A. *248*

THE REACTIONS OF 2,6-SUBSTITUTED 1,4,3,5-OXATHIADIAZIN-4,4-DIOXIDES WITH AROMATIC AND UNSATURATED REAGENTS

Sazhina E.N. *253*

Medical sciences

IMPACT OF THE ACTIVITY OF PHARMACEUTICAL COMPANIES ON THE PROCESS OF PRESCRIBING MEDICINES IN KYRGYZSTAN

Anuvarbekova A.A., Nyshanbaev M.T., Imankulova A.S., Murzabaeva E.B., Ulanbekova T.U., Abdumanapova G.A. *258*

USE OF MAGNETIC LASER AFTER SURGERY FOR GASTRIC CANCER

Vusik M.V., Kucherova T.Ya., Pleshko R.I., Cheremisina O.V. *262*

THE ANALYSIS OF INDICATORS OF THE TRAUMATISM BOUND TO THE CONTROLLED REASON (ICE) ON AN EXAMPLE OF THE LARGE REGIONAL CENTRE (PERM)

Devyatkova G.I., Mchedlishvili A.A., Shchepetkova E.R. *267*

CHRONIC ALCOHOLISM AND SURGICAL TREATMENT OF SUBDURALNY HEMATOMAS

Zhaparov T.S., Turgunbaev B.Zh., Eraaliev B.A. *272*

EXAMINATION OF BLOOD LYMPHOCYTE ENZYMES WITH AIM TO DEVELOPMENT OF A SENSITIVE METHOD FOR DIAGNOSIS AND CORRECTION OF CATABOLISM AND ANABOLISM PATHOLOGY UNDER CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE IN ELDERLY PATIENTS

Kosyakova N.I., Zakharchenko M.V., Schvartsburd P.M., Kondrashova M.N. *277*

FEATURES OF TERRITORIAL DIFFERENTIATION OF MORTALITY UNDER THE FEDERAL DISTRICTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Leshchenko Ya.A., Lisovtsov A.A. *283*

CAUSATION RISK FACTORS ENVIRONMENTALLY-DEPENDENT PATHOLOGY AMONG THE POPULATION IN OIL-PRODUCING REGIONS

Meshkov N.A., Valtseva E.A., Andryushin I.B. *289*

HISTOLOGICAL CHANGES IN THE PARAARTICULAR MUSCLE ENVELOPE OF PATIENTS WITH DEFORMING COXARTHROSIS AT THE STAGE OF REQUIRED ARTHROPLASTY

Migalkin N.S., Filimonova G.N., Kirsanova A.Yu., Shutov R.B. *295*

ETHMOID SINUS PYOCELE (CASE REPORT)

Nasyrov V.A., Minenkov G.O., Turapova Zh.M., Solodchenko N.V. *300*

THE DEVELOPMENT OF STANDARD OPERATING PROCEDURE «THE ANALISIS OF PURIFIED WATER IN PHARMACEUTICAL ORGANIZATIONS MANUFACTORING PHARMACEUTICAL PRODUCTS»

Savchenko I.A., Korneeva I.N., Luksha E.A., Podgurskaya V.V. *305*

RISK FACTORS FOR CHOLANGIOCARCINOMA

Tumanova U.N., Shchegolev A.I., Mishnev O.D. *310*

ADAPTATION OF BIOCHEMICAL METHODS TO PLATE PHOTOMETRY: RECOMMENDATIONS

Khripach L.V., Zheleznyak E.V., Knyazeva T.D., Koganova Z.I. *315*

Biological sciences

STUDY OF LOCUST POPULATIONS AT THE REGIONAL LEVEL

Abdykaparova A.O., Turmakhanbet A.M. *320*

DIFFERENTIATION OF 337C/G ALLELES OF THE BOVINE FSHR GENE BY REAL-TIME PCR

Kovalchuk S.N., Babiy A.V., Bursakov S.A. *325*

GROWTH AND WINTER HARDINESS OF EASTASIAN PLANTS IN THE CONDITIONS OF INTRODUCTION NURSERY

Malysheva S.K. *329*

CONSTRUCTING THE DYNAMICS MODEL OF THE AMUR TIGER POPULATION AND FORECAST ESTIMATES OF ITS CENSUS FOR THE PERIOD FROM 2015 TO 2022

Murzin A.A. *333*

INHIBITION OF PHYSOLOGICAL PROCESSES IN POTATO CLUBS AFTER IRRADIATION

Tsygvintcev P.N. *341*

Agricultural sciences

ASSESSMENT OF THE RELATIVE DROUGHT RESISTANCE OF VARIETIES OF WINTER RYE, METHOD OF GERMINATION ON SUCROSE

Parfenova E.S., Shamova M.G., Nabatova N.A., Psareva E.A. 347

THE ORGANIZATION OF PROTECTION OF FORESTS FROM FIRES IN THE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG IN 1940–1960-IES (BY THE EXAMPLE OF KHANTY-MANSI (SAMAROVO) FORESTRY)

Tkachev B.P., Tkacheva T.V. 352

Earth sciences

GENERAL CHARACTERISTICS DEPOSITS OF ALUMINOUS RAW MATERIALS REPUBLIC OF BURYATIA AND PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT

Antropova I.G., Alekseeva E.N., Dorzhieva O.U., Gulyashinov P.A., Paleev P.L. 357

Economical sciences

DEMOGRAPHICS AS THE PRIMARY CRITERION FOR ASSESSING THE QUALITY AND STANDARD OF LIVING OF THE RURAL POPULATION (ON THE EXAMPLE OF OMSK REGION)

Golova E.E., Goncharenko L.N., Blinov O.A. 363

Philological sciences

ABOUT NOVEL «DEKHKANE» OF THE KYRGYZ WRITER SHABDANBAI ABDYRAMANOV

Abdyramanova A.Sh. 369

DEONTICAL STANDARDS OF COMMUNICATIVE BEHAVIOR IN THE CONCEPT «KONOK» («GUEST») OF THE KYRGYZ PEOPLE

Kambaralieva U.D., Daba E.D. 373

Scientific review

Biological sciences

REVIEW OF THE BEHAVIORAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL STUDIES OF THE ZOOSOCIAL HIERACHICAL INTERACTIONS

Matyulko I.S., Murtazina E.P., Zhuravlev B.V. 378

Medical sciences

PREMATURE GENERATIONS WITH THE ACCOUNT OF THE INFLUENCE OF MICROBIOUCANOSIS OFTHE VAGINA

Petrov Yu.A., Galushchenko E.M., Arndt I.G. 384

Economical sciences

ONE THE WAY A GREEN ECONOMY: ITALY AND FRANCE

Rakov I.D. 389

УДК 622:338

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ, СКОПЛЕННЫХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ИЗВЕСТНЯКОВ-РАКУШЕЧНИКОВ «САРЫ-ТАШ»

Калдыбаев Н.А., Салиева М.Г., Саипов Б.

Ошский технологический университет, Ош, e-mail: nurlan67@mail.ru

Добыча и переработка полезных ископаемых сопровождается многотоннажным отходообразованием. Складирование горнопромышленных отходов в отвалах и хранилищах чревато негативными экологическими последствиями, приводит к излишней занятости значительных площадей хозяйственных земель. Следовательно, с позиций рационального природопользования возникает необходимость вторичной переработки отходов горнодобывающей промышленности, что позволяет рассматривать их как техногенные минеральные образования. Основной целью исследований является разработка наукоемких технологий переработки техногенных минеральных образований. В настоящей работе проведен анализ показателей отходообразования процесса обработки блоков на одном из крупнейших в мире месторождений известняка-ракушечника «Сары-Таш». С учетом химического состава и физико-механических свойств техногенных образований, скопленных на месторождении «Сары-Таш», разработана ресурсосберегающая технология производства высокодекоративных архитектурно-строительных изделий из отходов камнедобывающей промышленности. Проведены опытно-экспериментальные работы по апробации технологической схемы переработки отходов камнепиления с предварительной механохимической активацией в лабораторных условиях. Формовка изделий производилась с помощью установки АСМ-1. По результатам проведенных опытов предложен новый состав для изготовления стеновых камней из техногенного сырья – мелкодисперсных отходов известняка-ракушечника, с заданным комплексом строительно-технических и эксплуатационных свойств для строительства малоэтажных зданий. Получены опытные образцы строительных изделий для кладки стен, характеризующиеся легкостью и удобством кладки при равных прочностных характеристиках.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, техногенные минеральные образования, отходы, переработка, механохимическая активация, стеновые материалы, камнебетон

INTEGRATED PROCESSING OF TECHNOLOGICAL MINERAL FORMATIONS COLLECTED AT THE DEPOSIT OF SALY-TASH LIMESTONES

Kaldybaev N.A., Salieva M.G., Saipov B.

Osh Technological University, Osh, e-mail: nurlan67@mail.ru

Extraction and processing of minerals is accompanied by large-tonnage waste formation. Storage of mining wastes in dumps and storages is fraught with negative environmental consequences, leading to excessive employment of large areas of commercial land. Consequently, from the standpoint of environmental management there is a need for recycling of mining waste, which allows us to consider them as man-made mineral formations. The main purpose of the research is the development of high technologies for the processing of technogenic mineral formations. In this paper, we analyzed the waste formation indicators of the processing of blocks at one of the largest deposits of limestone limestone in the world «Sary-Tash». Taking into account the chemical composition and physicomechanical properties of technogenic formations accumulated at the Sary-Tash deposit, a resource-saving technology has been developed for the production of highly decorative architectural and construction products from waste of the stone mining industry. Experimental works on approbation of the technological scheme for processing of sawmill waste with preliminary mechanochemical activation in laboratory conditions were carried out. Forming products was carried out using the installation of the ASM-1. According to the results of the experiments, a new composition was proposed for the manufacture of wall stones from man-made raw materials – fine limestone shell limestone waste, with a given set of construction, technical and operational properties for the construction of low-rise buildings. Prototypes of building products for laying walls, characterized by ease and convenience of laying with equal strength characteristics.

Keywords: mining industry, man-made mineral formations, waste, processing, mechanochemical activation, wall materials, stone-concrete

Горнодобывающее и горно-перерабатывающее производство ввиду специфичности технологических процессов, включающих многократное дробление и измельчение, сопровождаются образованием огромного количества промышленных отходов. Горнопромышленные отходы, размещаемые в специальных отвалах и хвостохранилищах, занимают довольно большие площади хозяйственных земель и ухудшают экологическую обстановку региона. Запасы природных ресурсов ограничены и не возобновляемы, в связи с чем все большее внимание обращают на вторичную переработку горнопромышленных отходов, которые могут служить потенциальным источником пополнения минерально-сырьевой базы.

Следовательно, вопрос вовлечения в переработку техногенных образований, скопленных в месторождениях полезных ископаемых и хвостохранилищах является аткуальной проблемой. Решение этой про-

блемы требует проведения комплексных исследований по научному обоснованию стратегии их комплексного освоения для нужд народного хозяйства. Вопросы разработки безотходной технологии добычи и переработки природного камня рассмотрены в работах [1–5], где приводятся различные варианты технических решений по утилизации горнопромышленных отходов.

Как показывает опыт эксплуатации карьера «Сары-Таш» (Кыргызстан), являющегося одним из крупнейших в мире месторождений известняка-ракушечника, выход товарных блоков составляет 62 % от объема добываемой горной массы. Добываемые товарные блоки далее поступают в камнеобрабатывающий завод, где в результате распиловки, окантовки, сортировки и транспортировки снова появляются промышленные отходы различных размеров. В совокупности, как показали результаты хронометражных наблюдений, объемы отходообразования, в зависимости от типа применяемого технологического оборудования, достигают от до 59 до 68 % от объема исходной добываемой горной массы. В настоящее время только малая часть отходов (до 10 %) подвергается утилизации. Если учесть, что первоначальные балансовые запасы месторождения составляли 14 млн м^3, то нетрудно подсчитать, что при среднерыночной цене товарных блоков, равной 180 $, потери сырья приводят к многомиллионному экономическому ущербу.

В настоящей работе поставлена задача по оценке перспектив комплексного освоения горнопромышленных отходов, расположенных в карьерах и камнеобрабатывающих заводах Кыргызской республики. Конечной целью работ является разработка наукоемких технологий по переработке горнопромышленных отходов на высокодекоративные архитектурно-строительные изделия.

Материалы и методы исследования

С целью обоснования рациональных параметров технологического процесса изготовления строительных изделий проводились опытно-промышленные работы с отходами известняка-ракушечника месторождения «Сары-Таш». Для этих целей из промышленной площадки камнеобрабатывающего завода «АО Ош-Ак-Таш» осуществлен отбор технологических проб общим весом 800 кг. Отобранные пробы изучались на предмет пригодности в качестве сырьевого источника для производства ячеистого камнебетона согласно требованиям ГОСТ 6133-99 «Камни бетонные стеновые. Технические условия» [6].

Для изучения пригодности отходов распиловки известняка-ракушечника в качестве стенового материала методом механопрессования изготавливались кубики размером 7х7 см. В качестве вяжущего в первом варианте использован белый портландцемент производства АО «Шуровский» марки 1-ДО 500, во втором варианте цемент марки 500 «Хуаксин» (Таджикстан). Изготовленные кубики после набора прочности в течение 28 суток отправлялись в лабораторию ЮРУ «Стройстандарт» (Республиканский Центр стандартизации и сертификации в строительстве) для определения физико-механических свойств.

В целях промышленной апробации технологии производства ячеистого камнебетона из отходов камнепиления проводились опытно-промышленные работы в следующем порядке. В смеситель-активатор АСМ-1 (производство АО «Алтай Строймаш», г. Барнаул) заливали предварительно нагретую воду в объеме 55–60 л (50–80 °С), после заливки воды включали смеситель. Затем засыпали цемент марки 500 или 500Д20. Добавляли каустическую соду и сульфат натрия (он же натрий сернокислый). Далее вводили в раствор шлам известняка-ракушечника (фракции 0,1–2 мм). Перемешивали все вышеперечисленные компоненты в течение 3–5 минут. Затем добавляли заранее приготовленную пудру алюминиевую с массой m = 118 г, перемешивали с раствором в течении 1 минуты.

Затем смеситель подкатывали к металлической форме и сливали раствор. Фиксировалось время застывания раствора и когда структура ячейки принимала твердое состояние, бетон разрезали на блоки с размерами 600х300х200 мм.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение физико-механических свойств отходов распиловки известняка-ракушечника показало их пригодность для использования в строительных целях (табл. 1). Материал не пожароопасен и не токсичен.

По результатам проведенных опытов разработана и апробирована в лабораторных условиях технология получения стеновых материалов из мелкодисперсных отходов известняка-ракушечника механохимическим методом. Перед испытаниями отобранные пробы шлама подвергались к отмучиванию по стандартной методике.

Проведенные в лаборатории ЮРУ «Стройстандарт» испытания показали что, камнебетон, изготовленный из шлама распиловки известняка-ракушечника, соответствует требованиям действующих стандартов и характеризуется достаточной прочностью и морозостойкостью в климатических условиях южного региона (табл. 2).

Согласно результатам испытаний, предел прочности кубиков, изготовленных из отходов распиловки известняка-ракушечника в зависимости от процентного соотношения и марки портландцемента, давления прессования составляет от 275,9 до 527,80 кгс/см^2. Морозостойкость-$М_{рз}$50. Наиболее оптимальной с точки зрения обеспечения прочности является добавка портландцемента в количестве не менее 15 % по массе.

Таблица 1

Основные физико-механические характеристики отходов известняка-ракушечника

№ п/п	Наименование показателей	Значения
1	Степень твердости по Моосу	5–6
2	Максимальный размер зерна, мм	до 5 мм
3	Зерновой состав (распределение)	менее 1 мм = 32%; d = 1 мм – 51%; d = 2 мм – 6%; d = 3 мм – 2,5%; d = 4 мм – 2,5%; d = 5 мм – до 6%
4	Удельная поверхность, $см^2/г$	1900
5	Удельный вес в естественном состоянии, $г/см^3$	1,4
6	Удельный вес в сухом состоянии, $г/см^3$	1,2
7	Влажность, %	3%
8	Радиоактивность , мкрР/час	13
9	Усредненный химический состав	

Таблица 2

Результаты испытаний образцов камнебетонного блока из шлама известняка-ракушечника (вяжущее – портландцемент марки 500)

№ п/п	Технологические параметры изготовления		Геометрические размеры образца, см			Усилие разрыва, кН	Плотность, $г/см^3$	Предел прочности к сжатию, $кгс/см^2$
	% содержание цемента	Давление прессования, кгс	X	Y	Z	F	ρ	σ сж.
1	10	15	0,71	0,73	0,75	14,3	1,62	275,9
2	10	25	0,76	0,71	0,75	14,6	1,74	266,5
3	15	15	0,74	0,72	0,74	19,5	1,76	353,2
4	15	25	0,74	0,70	0,74	27,6	1,77	527,8

Таблица 3

Оптимальная рецептура изготовления камнебетона

	D700	D 600	D 500
Цемент, кг	312	318	286
Шлам известняка-ракушечника, кг	403	312	234
Вода, л	264	256	208
Al, грамм	544	544	544
Сульфат натрия, кг	4,6	4,6	4,6
Кауст. сода, кг	3	3	3

Исходя из результатов лабораторных испытаний разработана оптимальная рецептура изготовления камнебетона на 1 $м^3$ камнебетона разной плотности (табл. 3).

Наибольшая декоративная эффективность достигнута при использовании Щуровского цемента марки 1-ДО 500, при этом структура ячеистого бетона была идентична структуре натурального камня (рисунок, а). Строительный кирпич, изготовленный методом компрессионного прессования с применением в качестве вяжущего гипса, имел прочность 25–40 МПа и характеризуется привлекательным внешним видом (рисунок, б).

Сравнение технико-экономических показателей широко распространенных в современной рыночной конъюктуре стеновых камней показывает, что камнебетон, изготовленный из шлама распиловки известняка-ракушечника, являетя конкурентоспособным материалом и не уступает аналогам по своим строительно-техническим качествам (табл. 4).

а)

б)

Опытные образцы строительных изделий, изготовленных из отходов распиловки известняка-ракушечника месторождения Сары-Таш: а) ячеистый камнебетон с размерами 60х30х20 см, б) строительный кирпич с размерами 25х12,5х8

Таблица 4

Сравнительные технико-экономические показатели легких конструкционных материалов (ячеистый бетон)

Наименование параметра	Камнебетон из отходов известняка-ракушечника	Газобетон	Пенобетон
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м.С^0)	0,1–0,12	0,1–0,14	0,09–0,38
Объемный вес (плотность), кг/м^3	400–900	400–800	400–1200
Марка по плотности	D400...700	D400...700	D400…800, D1000…1200
Класс прочности бетона на сжатие	Класс В2.5 при D400	Класс В2.5 при D500	Класс В2.5 при D750
Паронепроницаемость, мг/мчПа	0,2	0,2	0,2
Водопоглощение,% от массы	18–20	20–25	10–16
Морозостойкость, не менее	50	50 циклов	25 циклов
Кладка... /толщина кладочного шва, мм	На клей, раствор/ 3–5 мм	Только на клей/2–3 мм	На клей, раствор/10 мм
Средняя усадка готовой кладки, м/м	0,2–0,3	0,3	2–3
Возможность армирования кладки	да	да	нет
Средняя толщина однослойной стены, м		0,4	0,63
Звукоизоляция	средн.	хуже	лучше
Внешний вид	декоратив.	средне декоратив.	недекоратив.
Средняя стоимость	3500,0	4000,0	2800

Опытно-экспериментальными работами доказано, что из шлама камнераспиловки можно получать стеновые камни маркой не ниже М50 (ГОСТ 6133-99 «Камни бетонные стеновые»). Полученные блоки рекомендуются для строительства стен малоэтажных зданий, а также в качестве теплоизоляционного материала в больших многоэтажных домах.

Камнебетонные блоки, получаемые из малодисперсных отходов известняка-ракушечника, характеризуются более низким удельным весом, повышенной прочностью и водостойкостью по сравнению с натуральным камнем. Но большой расход портландцемента приводит к повышению себестоимости полученных изделий. В связи с этим в качестве альтернативного вида вяжущего рассматриваются гидравлическое вяжущее и роман-цемент, которые могут быть получены из известняка-ракушечника, то есть из тех же отходов.

Заключение

В процессе опытно-экспериментальных работ по апробации технологической схемы переработки мелкодисперсных отходов камня выявлена необходимость предварительной механохимической активации исходного сырья. В качестве механоактиватора использована усовершенствованная конструкция смесителя АСМ-1, оснащенная винтом-активатором. Предложен новый состав (рецептура) для изготовления стеновых камней из техногенного сырья – мелкодисперсных отходов известняка-ракушечника, с заданным комплексом строительно-технических и эксплуатационных свойств для строительства малоэтажных зданий.

Получены опытные образцы строительных изделий для кладки стен, характеризующиеся легкостью и удобством кладки при равных прочностных характеристиках.

Список литературы

1. Волуев И.В., Сычев Ю.И., Ткач В.Р. Безотходная технология добычи и обработки блочного природного камня. М.: Недра, 1994. 192 с.

2. Калдыбаев Н.А. Инновационные технологии переработки отходов камнедобывающей промышленности // Инновации в науке. 2012. № 9. С. 25–30.

3. Калдыбаев Н.А. Технология переработки мелкодисперсных отходов известняка-ракушечника // Инновационные технологии обогащения минерального и техногенного сырья: материалы научно-технической конференции, проведенной в рамках VII Уральского горнопромышленного форума, 2017. С. 54–60.

4. Калинина Е.В. Утилизация шламов карбоната кальция в производстве товарных продуктов строительной отрасли // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. 2012. № 1. С. 97–113.

5. Худякова Л.И., Войлошников О.В., Котова И.Ю. Влияние механической активации на процесс образования и свойства композиционных вяжущих материалов // Строительные материалы. 2015. № 3. С. 37–41.

6. ГОСТ 6133-99. Камни бетонные стеновые. М.: ГУП ЦПП, Госстрой России, 2001. 39 с.

УДК 004.94

СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Левинзон В.С., Митин Р.К.

ФГБОУ ВО «Калужский институт (филиал) ВГУЮ», e-mail: vlev2007@yandex.ru, rmitin99@yandex.ru

Использование моделирования позволяет тщательно исследовать свойства объекта, его элементы, взаимоотношения с окружающей средой. Достаточно большое количество объектов подвергаются исследованию при помощи моделирования, исключением не является и использование правовых систем, изучение которых является ключевой задачей всех правовых наук. Актуальность выбранной темы объясняется большой важностью познания сущности социально-правового моделирования, его способов и применении. Данная тема видится интересной не только в рамках теоретического исследования, но и практического применения полученных выводов. Более того, с постепенным развитием, изменением объектов и правоотношений в целом указанное понятие будет приобретать все новые и новые аспекты. Новизна выбранной темы характеризуется тем, что процесс любого моделирования, в том числе социально-правового, позволяет при наименьших затратах ресурсов провести исследования по внедрению того или иного явления, либо же по совершенствованию уже существующего в совокупность общественных отношений. Именно благодаря этому указанное явление имеет место быть в современном мире, так как только подобные способы изучения общества видятся наиболее важными и результативными.

Ключевые слова: моделирование, социально-правовое моделирование, модель, метод моделирования, классификация моделей, применение моделирования

SOCIAL AND LEGAL MODELLING

Levinzon V.S., Mitin R.K.

Kaluga Institute (branch) «All-Russian State University of Justice (RPA of the Ministry of Justice of Russia)», e-mail: vlev2007@yandex.ru, rmitin99@yandex.ru

Using of modeling allows to investigate carefully properties of an object, his elements, relationship with the environment. Rather large number of objects are exposed to a research by means of modeling, an exception isn't also use of legal systems which studying is a key problem of all legal sciences. The relevance of the chosen subject is explained by great importance of knowledge of essence of social and legal modeling, his ways and application. This subject seems interesting within not only the theoretical research, but also as practical application of the received conclusions. Moreover, with gradual development, change of objects and legal relationship in general the specified concept will gain all new and new aspects. The novelty of the chosen subject is characterized by the fact that process of any modeling, including social and legal, allows to conduct at the smallest expenses of resources researches on introduction of this or that phenomenon, or on improvement that already exists in set of the public relations. Exactly thanks to it, the specified phenomenon takes place to be in the modern world, as only similar ways of studying of society seem the most important and productive.

Keywords: modeling, social and legal modeling, model, modeling method, classification of models, modeling application

Достаточно большое количество информации в современном мире требует высокой скорости ее обработки, для принятия решения, что возможно лишь при использовании различных способов оптимального выбора альтернативы. Одним из них, позволяющим провести анализ и выявить те или иные особенности изучаемого предмета или явления, является метод моделирования, который выступает в качестве метода познания, вспомогательным объектом которого является модель.

Целью данного исследования является рассмотрение понятия «социально-правовое моделирование», его характерные черты, свойства, разнообразие вариативности использования.

Материалы, которые были использованы при написании данной работы: научные статьи, учебники по указанной тематике. Методы, использованные при написании данной работы: метод анализа, синтеза, сравнительно-правовой.

Результаты исследования и их обсуждение

Существует множество определений модели в науке. Одним из них может являться следующее: под моделью следует понимать объект, который был создан искусственно в различных формах (чертеж, формула, схема), основной целью создания которого было воспроизведение качественных характеристик исследуемого объекта, совокупность взаимоотношений между составными частями данного объекта. Одними из самых распространенных выступают графическая, словесная и математическая модели.

В процессе моделирования традиционно выделяются следующие стадии:

1) рассмотрение и отнесение изучаемого объекта к тому или иному классу, поиск законов, являющихся связующим звеном для исследуемых объектов. Результат этой стадии – процесс построения модели;

2) на этой стадии происходит сопоставление полученных от модели результатов и результатов наблюдений за явлениями;

3) оценка выбранной гипотетической модели на удовлетворение условиям окружающей действительности, определение точности соотношения наблюдения и модели. Данная стадия позволяет определить, насколько точно были выбраны положения, являющиеся основаниями для построения модели;

4) осуществление дальнейшего анализа модели и процесс усовершенствования модели.

Правовая информатика позволяет при помощи изучаемого метода, метода социально-правового регулирования создать модели различных правовых явлений государства, к примеру, правовая система общества, правовое регулирование, правотворчество и другие, а также сущность механизмов сбора, обработки и использования юридической и иной информации [1].

Говоря о моделях, следует учитывать обстановку, в которой находится объект исследования. В том случае, если условия остаются в одном состоянии или являются неизменными, модель будет называться дескриптивной. Их создание чаще всего ведется благодаря применению методов математической статистики и аналогичных ей способов.

Однако важным является моделирование той ситуации, в которой ряд данных меняются, появляются новые. В ходе такого процесса мы получаем новые знания о модели, начинаем изучать ее более детально. Благодаря такому методу становится возможным возникновение новых теорий объяснения существующей действительности вследствие получения ранее нераскрытых характеристик оригинального объекта. Данный способ называется нормативным, или прескриптивным, методом моделирования. В нем проводится ряд экспериментов, направленных на отображение необходимого состояния объекта, который в свою очередь стремится удовлетворить условиям системы, в которой он находится, и выполнить свою роль в достижении цели этой системой.

Довольно частым явлением выступает отождествление правовой теории и правовой модели. Но между ними имеется более сложная связь, нежели простое отождествление. Процесс моделирования тех или иных общественных процессов невозможно осуществить без опоры на теоретическое описание ряда определенных социальных явлений. Основная задача теории выступает в создании неких границ познания для моделирования, наполняя его определенными категориями и позволяя использовать другие инструменты познания. Те теории, которые получили наибольшее развитие, которые являются развернутыми по отношению к другим, уже включают в себя прогностическое содержание, выражающееся в абстрактных моделях и вариантах взаимодействия разнообразных общественных процессов. Однако не стоит считать, что моделирование берет за основу лишь одну теорию, оно является относительно автономным инструментом и поэтому при необходимости возможно обращение к другим теориям. Также моделирование возможно рассматривать как средство опровержения или доказывания теории, ибо главной целью модели является создание полной копии реальности, в ходе чего подтверждаются или отвергаются те или иные факты [2, с. 14].

Существует достаточно верное мнение о том, что в моделировании связь теории и модели проявляется как связь инструмента и посредника между теорией и практикой.

Существующее разнообразие моделей требует такого же или порой большего набора инструментов, позволяющих реализовать и произвести описание соответствующих моделей.

В том случае, когда модель материальна, является вещественным представлением, то для ее выражения применимы традиционные инструменты (станок, пила, резец скульптора).

Когда же модель абстрактна, то для нее применимо использовать знаковую форму. Модели этих типов можно создавать при помощи инженерных инструментов либо же компьютера, который является наиболее современным и точным инструментом. В этом плане классификация моделей разделяет их на компьютерные и некомпьютерные.

Использование человеком прикладных программных продуктов имеет своей направленностью придание необходимой знаковой формы уже созданной в сознании модели. Однако не всегда информация носит лаконичный характер, порой ее бывает достаточно много. Для обработки такого количества информации были созданы базы данных. Для математической модели наиболее подходящей выступает среда табличного процесса или же среда программирования. Их отличие состоит в том, что в первой среде моделью выступает n-мерная таблица, отражающая связи, существующие между элементами, а во второй модель предстает в форме программы, которая позволяет построить и геометрическую модель.

Использование моделирования в различных отраслях права распространено достаточно широко. С одной стороны, оно может выступать в качестве инструмента

познания, применяемого для различных процессов, связанных с государством и правом, с другой – как инструмент улучшения работы разнообразных правовых явлений, начиная от создания НПА до расследования преступлений. В современной отечественной науке правовое моделирование в основном применяется для решения ряда проблем, в частности, противодействия преступности, коррупции. Неотъемлемым элементом при работе с такими моделями выступает уголовно-правовая статистика, причем не отдельные ее элементы, а вся совокупность, система, что позволяет создать и изучить наиболее раскрытые правовые модели.

Принцип итеративности не исключает возможности автономного (в определенных пространственных и временных границах) изучения специфических закономерностей социальных объектов. Это связано с тем, что многие явления и процессы в обществе (в том числе социально-правовые) обладают относительной самостоятельностью, внутренней логикой развития. При этом социальные системы являются «приближенно декомпозируемыми», т.е. в течение определенных промежутков времени их функционирование отличается слабым взаимодействием между входящими в них подсистемами и вследствие этого относительной обособленностью отдельно протекающих процессов и явлений, сопутствующих им. Благодаря подобным свойствам существует практическая возможность осуществлять такой принцип итеративности, как конструктивность. Его сущность заключается в следующем: первоначальной задачей ставится создание относительно простых моделей, задачей которых выступает воспроизводство не всех закономерностей, присущих изучаемым социально-правовым явлениям, а лишь некоторым из них. Они, в свою очередь, впоследствии усложняются путем синтеза и иных модификаций, что ведет к получению все более сложной модели, включающей более обширную общность. Выполнение данного принципа усиливает реалистичность, конкретность, что благоприятно влияет на анализ математических моделей, которые создают содержание изучаемого социально-правового процесса. Существует ряд объективных причин для использования данного метода: во-первых, можно исключить лишние, второстепенные черты, характеристики; во-вторых, постепенное усложнение предотвращает возможное упрощенное рассмотрение. Кроме того, важным становится изучение не множества обособленных моделей, а выстроенной системы правовых процессов, отражающих сложные взаимосвязи преступности, так называемые макромодели. Однако не стоит забывать о том, что чрезмерное увеличение числа итераций ведет к значительному увеличению времени вычислений [3, с. 129].

Реализация прогнозного моделирования осуществляется в следующих видах деятельности, носящих вспомогательный характер и выступающих как неотъемлемая часть прогнозирования правотворческой деятельности. Первое – это оценивание регулирующего воздействия (далее – ОРВ), второе – антикоррупционная экспертиза. Выступает оно и в качестве элемента мониторинга правоприменения.

Необходимо отметить, что выбор инструментальных средств моделирования должен сопровождаться либо происходить в контексте выбора методик моделирования.

Исходя из этого, выбор инструментальной среды предусматривает в общем следующие работы (включая соответствующее документирование результатов):

1) обоснование состава методов моделирования с учетом состава и особенностей системообразующих элементов правового явления;

2) определение общих требований к средствам разработки моделей процессов;

3) проведение сравнительного анализа современного рынка инструментальных средств моделирования и выбор оптимального варианта [4].

Основной задачей специалиста по ОРВ является составление модели интеграции нормативно-правового акта в уже существующую и имеющую главенствующее место систему приоритетов государства в сфере экономики. Именно поэтому, говоря о моделировании в ОРВ, учитываются его избирательность, так как главным образом происходит ориентация на экономические последствия. Для их расчета применяется методика, основывающаяся на одном из следующих возможных методов проведения оценки выгод и затрат:

1) сравнения издержек и выгод (Cost-benefit analysis);

2) анализа эффективности затрат (Cost-effectiveness analysis);

3) мультикритериального анализа (Multi-criteria analysis).

В качестве достижения целей, установленных для моделирования, наиболее целесообразным представляется применения методов 1 и 3, так как анализ эффективности затрат направлен на цели, отличные от составления прогнозов возможного поведения субъектов.

Режимом, используемым при проведении исследований модели, является имита-

ционный режим, сущность которого делает возможным осуществить оценку различных состояний объекта, как в статике, так и в динамике, его взаимодействие со средой, в которую он был включен, прогнозирование и положительные черты внесения тех или иных изменений. Существует также возможность корректировки текущей модели или, при невозможности, замены ее на новую в случае отсутствия у модели истинных, необходимых данных, которые могут служить инструментом достижения поставленной цели. В качестве способов верификации возможно применение социальных экспериментов, опросов экспертов. В случае необходимости возможно осуществление уточнения результатов путем проведения дополнительных исследований. Говоря о процессе моделирования в целом, следует учитывать тот факт, что достоверность зависит от прозрачности и доступности всей необходимой информации о проведении процесса моделирования, его методах, целях и задачах. В противном случае возможно искажение либо же неверное трактование результатов.

Учитывая специфичность объекта и предмета, наиболее благоприятными в социально-правовых исследованиях представляются методы:

1) толкования права, в процессе которого производится поиск и рассмотрения отдельной информации. Используются также и наблюдение, анализ письменных источников, проведение эксперимента;

2) статистические и математические методы для систематизации, классификации полученной информации;

3) необходимым выступает такое свойство исследования, как его логичность, соблюдение всех принципов логики и ее методологии.

Рассматривая причину применения толкования права как одного из методов, следует обратить внимание на то, что нормы права выступают важнейшей составной частью предмета и правоотношений, и правонарушений, что говорит об обязательности его использования. Правовая наука способна изучить всю суть необходимых норм только при помощи применения грамматического, логического, системного, исторического или функционального толкования, причем существует возможность их комбинирования [5].

Методом, который мог бы быть признан универсальным для исследования разнообразных социально-правовых процессов, выступает метод имитационного моделирования, базисом которого являются объектно-ориентированные технологии. Данное утверждение требует некоторых комментариев. Понятие «имитационная модель» включает в себя совокупность значений модели, главной целью которых является сохранение логической структуры явлений и процессов, необходимых исследователю, учитывая степень адекватности данной системы. Кроме того, в данное понятие входят данные об изменениях состояния структуры и системы образующихся отношений. Имитационная модель – это объектная модель данных, имеющая определенную минимальную опорную структуру, которую пользователь может дополнить и расширить с учетом специфики решаемых задач, а также базовых методов обработки.

Использование имитационных моделей представляется наиболее целесообразным для регистрации и обработки различных данных о динамических объектах систем управления, а также для анализа событий, которые являются производными от социального взаимодействия людей. Удобным и эргономичным видится управление системой моделей имитационного типа при использовании объектно-ориентированных СУБД.

Имея сведения о тесноте связи, можно судить о степени вероятности возникновения отклонений, или же возникновения этой связи у тех явлений, которые не наблюдались в процессе моделирования. Отслеживание взаимных изменений признаков происходит благодаря форме связи. Обладая достаточными средствами и методами корреляции, современная статистика делает возможным следующие действия: определять отсутствие или наличие связи между моделируемыми явлениями, при ее наличии определять ее характеристики (тесноту, форму), реализовывать процесс анализа, основанного не на одном, а на множестве факторов.

Математические и статистические методы, благодаря которым становится возможным измерить такую черту корреляционной связи, как теснота, включают в себя не только сложные, обладающие высокой точностью методы, но и более простые, обладающие меньшей точностью. Таковым выступает метод показателя корреляции рангов, возможность использования которого является неограниченной по отношению к тем процессам, которые нуждаются в измерении корреляционной связи. Кроме того, именно он позволяет измерить тесноту связи между теми признаками, которые не обладают количественным показателем, к примеру, степень общественной опасности, тяжесть наказания и другие феномены, характеризуемые и классифицируемые по их качественным свойствам («больше», «меньше») [3, с. 130].

Указанный показатель можно применять лишь для учета согласованности, возникающей в процессе взаимоизменений соответствующих признаков. Но в процессе характеризования статистикой тесноты связи следует принимать во внимание тот факт, что возможны два варианта развития событий: в первом случае взаимоизменения признаков являются явными, значительными, во втором – лишь едва заметные преобразования. Поэтому для получения наиболее точных значений тесноты связи представляется необходимым использование более сложных методов.

Выводы

Таким образом, применение метода социально-правового моделирования позволяет совершенствовать правовую систему общества, развивая ее и преобразуя согласно динамике современного общества. Именно правильно созданная модель способна предоставить достоверные сведения о существующих недостатках, противоречиях в системе права и устранить их скорейшим образом, что, в свою очередь, ведет к улучшению образа жизни и стабилизации всего общества в целом.

Список литературы

1. Чубукова С.Г., Элькин В.Д. Основы правовой информатики (юридические и математические вопросы информатики): учебное пособие. Изд. 2-е, испр., доп. / Под ред. док. юр. н., проф. М.М. Рассолова, профессора В.Д. Элькина. М.: Юридическая фирма «КОНТРАКТ», 2007. 287 с.

2. Салыгин Е.Н. Моделирование в праве: проблемы и перспективы // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2013. № 3. С. 12–35.

3. Безруков В.А., Кутузов В.В. Имитационное моделирование социально-правовых процессов // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2011. № 3(51). С. 130–134.

4. Всяких Е.И., Зуева А.Г., Носков Б.В. и др. Практика и проблематика моделирования бизнес-процессов. М.: ИТ-Экономика, 2008. 246 с.

5. Сырых В.М. История и методология юридической науки: учебник. М.: Норма: ИНФРА-М, 2012. 464 с.

УДК 551.46.077

СВЕРХЛЕГКИЙ ПОДВОДНЫЙ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ОСМОТРОВЫЙ АППАРАТ

Розман Б.Я., Елкин А.В.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: borisdrug@mail.ru, elkin@gnomrov.ru

В статье рассматривается проект создания сверхлегкого подводного телеуправляемого осмотрового аппарата, такие аппараты предназначены для проведения подводных исследований, поисково-осмотровых операций, в частности поиска и идентификации потенциально опасных объектов, экомониторинга, сопровождения водолазных работ, инспекций трубопроводов, плотин и др. гидросооружений. Также имеют уникальное применение инспекции резервуаров с отработанным ядерным топливом. Определены основные функции и состав, весогабариты, предложены конструкторские решения. Аппарат-робот оснащен видеокамерами, светодиодными фонарями и лазерными указателями, он имеет нейтральную плавучесть, передвигается под водой с помощью нескольких движителей, получая команды от оператора, находящегося на поверхности, через тонкий (3–4 мм) кабель-связку длиной до 500 м. Стремительный прогресс высоких технологий, миниатюризация компонентов (электроника, видеокамеры и др.) позволили создать новый вид техники – телеуправляемые подводные аппараты-роботы, отличающиеся малыми весогабаритами, невысокой стоимостью, низким энергопотреблением, автономным бортовым питанием. Они существенно снижают стоимость и риски подводно-технических работ, могут проникать и исследовать места, недоступные водолазам. Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН в сотрудничестве с рядом компаний ведет разработки таких аппаратов начиная с 2000 г. В 2002 г. была проведена экспедиция ИОРАН совместно с МЧС на оз. Байкал по поиску и подъему затонувших судов и автомобилей, провалившихся под лед. Эта экспедиция показала высокую эффективность поисковых и осмотровых работ с помощью телеуправляемых подводных аппаратов и задала направление развития и разработок этой техники.

Ключевые слова: электроника, подводный аппарат, робот, осмотры, инспекция

ULTRA-LIGHT REMOTELY OPERATED UNDERWATER OBSERVATION VEHICLES

Rozman B.Ya., Elkin A.V.

Shirshov Institute of Oceanology Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: borisdrug@mail.ru, elkin@gnomrov.ru

The article discusses the project of creating ultra-light remotely operated underwater observation vehicle. Such devices are designed for underwater researches, search and inspection operations, in particular, search and identification of potentially dangerous objects, eco-monitoring, support of diving operations, inspections of pipelines, dams and other hydraulic structures. Also have a unique application – inspection of tanks with spent nuclear fuel. The main functions and composition, weight and dimensions are defined, design solutions are proposed. The robotics vehicle is equipped with video cameras, led lights and laser pointers, it has a neutral buoyancy, moves under water with the help of several thrusters, receiving commands from the operator, located on the water surface, through a thin (3-4mm) cable-bundle up to 500m. Fast progress of high technologies, miniaturization of components (electronics, video cameras, etc.) allowed to create a new type of equipment – remote-controlled underwater robots, characterized by small weight, low cost, low power consumption, Autonomous onboard power. They significantly reduce the cost and risks of underwater engineering works, can penetrate and explore places inaccessible to divers. Institute of Oceanology. P. P. Shirshov Russian Academy of Sciences in cooperation with a number of companies, leads the development of such devices since 2000. In 2002. was carried expedition jointly with a team of the emergencies Ministry on the lake. Baikal on search and lifting of sunken ships and cars that fell under the ice. This expedition showed high efficiency of search and inspection works with the help of remote-controlled underwater vehicles and set the direction of development and development of this equipment.

Keywords: electronics, underwater vehicle, survey, robotics, inspection

Освоение нефтегазового потенциала континентального шельфа стало стратегическим направлением развития сырьевой отрасли многих стран. Как следствие, значительно возросло количество подводных сооружений и коммуникаций, требующих периодического, в том числе визуального, мониторинга.

Одним из эффективных способов проведения подводного мониторинга являются использование подводных телеуправляемых осмотровых аппаратов-роботов (ПТОА или ROV – remotely operated underwater vehicle) [1]. В соответствии с отраслевыми требованиями необходимо регулярно проводить дистанционные подводные осмотры судов, трубопроводов, платформ, портовых сооружений и других погруженных объектов, научные и экологические работы. ROV имеет нейтральную плавучесть и управляется по тонкому кабелю с помощью джойстика, при этом он двигается в любом направлении по командам оператора, передавая наверх видео и телеметрическую информацию.

Сверхлегкие подводные аппараты-роботы (вес порядка 3–15 кг) начали появляться в конце 1990-х гг. Аппараты такого класса впервые были инициативно разработаны в ИО РАН в 2000–2001 гг. [2]. Для дальней-

шего развития линии сверхлегких ПТОА необходима разработка на базе современных технологий нового поколения таких аппаратов с учетом приобретенного за предыдущие годы опыта их эксплуатации [3].

Целью данной работы является проектирование сверхлегкого аппарата-робота, предназначенного для дистанционного (с поверхности или берега) подводного мониторинга, включающего осмотры подводных объектов снаружи и внутри (например, инспекция состояния труб, шлюзов, платин, водозаборов), проведение поисково-спасательных работ на акваториях, а также научно-исследовательские применения. В новом аппарате значительно усилены имеющиеся конкурентные преимущества ПТОА серии ГНОМ за счет следующих инноваций.

1. В его конструкции использованы пластмасса и композитные материалы вместо металла, что существенно уменьшает вес и исключает дополнительную плавучесть.

2. Важной особенностью является использование автономного источника питания на борту, что уменьшает толщину и увеличивает длину кабеля-связки, делает возможным аварийное всплытие.

3. Аппарат оснащен БНС – бортовой системой навигации для выполнения автоматического движения по заданному курсу и передачи координат аппарата на пульт оператора.

4. Аппарат оснащен GPS для определения координат при движении по поверхности.

5. Имеется возможность установки двух степенного мини-манипулятора и пробоотборника для взятия проб воды и грунта.

6. Аппарат имеет на борту датчики температуры и давления. Также есть канал подключения датчиков электропроводности, PH, сонара.

7. Весьма перспективной представляется возможность удаленного управления по интернету.

Эти инновации позволят сделать аппарат многофункциональным, упростить его конструкцию, снизить затраты на производство.

Создаваемый ПТОА ГНОМ-микро имеет характеристики класса «персонального» аппарата, т.е. такого, который человек может взять с собой, быстро развернуть в рабочее состояние. Это означает компактность (объем порядка 2–4 л), легкий вес (вес самого аппарата порядка 2 кг, вес полного комплекта порядка 12 кг), маршевая скорость – 2–3 узла, простое управление (пульт – джойстик Sony play station) движением под водой. Он должен быть связан с надводным блоком питания и управления с помощью тонкого (толщина не более 3 мм) и гибкого кабеля связи длиной до 120 м, работать на глубинах до 100 м, передавать видеосигнал высокого качества изображения. Также важно отображение на экране данных (телетекст). Камера имеет сервопривод наклона. При этом есть возможность электропитания от источника постоянного напряжения 12 В, 12 АЧ с ресурсом работы не менее 40 мин в среднем режиме мощности. Весь комплект, включая монитор или видеорегистратор, должен размещаться в двух переносных чемоданах типа «дипломат».

В аппарате предусмотрена возможность установки и подключения гидролокатора (сонара) кругового обзора (типа Micron фирмы Tritech или его аналога) с выводом акустического изображения на компьютер.

Материалы и методы исследования

В процессе проектирования проанализированы материалы для изготовления прочного корпуса, корпусов движителей и прочих элементов подводного модуля, работающих под давлением. Учитывая требования по коррозионной стойкости (работа в соленой воде), прочности (способность выдерживать давление воды на глубинах до 50 м), удельному весу, технологичности и экономической целесообразности окончательно выбран сплав АМГ.

В целях минимизации массогабаритных характеристик и энергопотребления выбрана схема движительно-рулевого комплекса на базе трех реверсивных мини-движителей типа ДПР-42 (или аналогов) – двух маршевых и одного вертикального, обеспечивающих три степени свободы передвижения, а также наклонной видеокамерой, существенно расширяющей обзор.

Результаты исследования и их обсуждение

Выполнена конструктивная проработка, включая прочностные расчеты, всех элементов аппарата (рис. 1). Условно подводный модуль можно представить в виде трех основных узлов: прочный корпус, задняя крышка и три практически идентичных корпуса двигателей.

В передней части прочного корпуса, выполненного в виде цилиндра, расположен сферический иллюминатор из оргстекла, сервопривод наклона видеокамеры и сама видеокамера. В центральной части цилиндра устанавливаются платы электроники. По бокам предусмотрены отверстия для крепления маршевых движителей. Снизу установлены защитные полозья, также предназначенные для закладки балласта, компенсирующего разность плотности воды. Задняя крышка состоит из платы электроники, крепления вертикального движителя и гермовводов основного кабеля, датчика глубины и др. В корпусах двигателей для передачи вращающего момента с вала электродвигателя на ось гребного винта применена магнитная муфта собственной разработки, обеспечивающая высокий КПД и надежность работы.

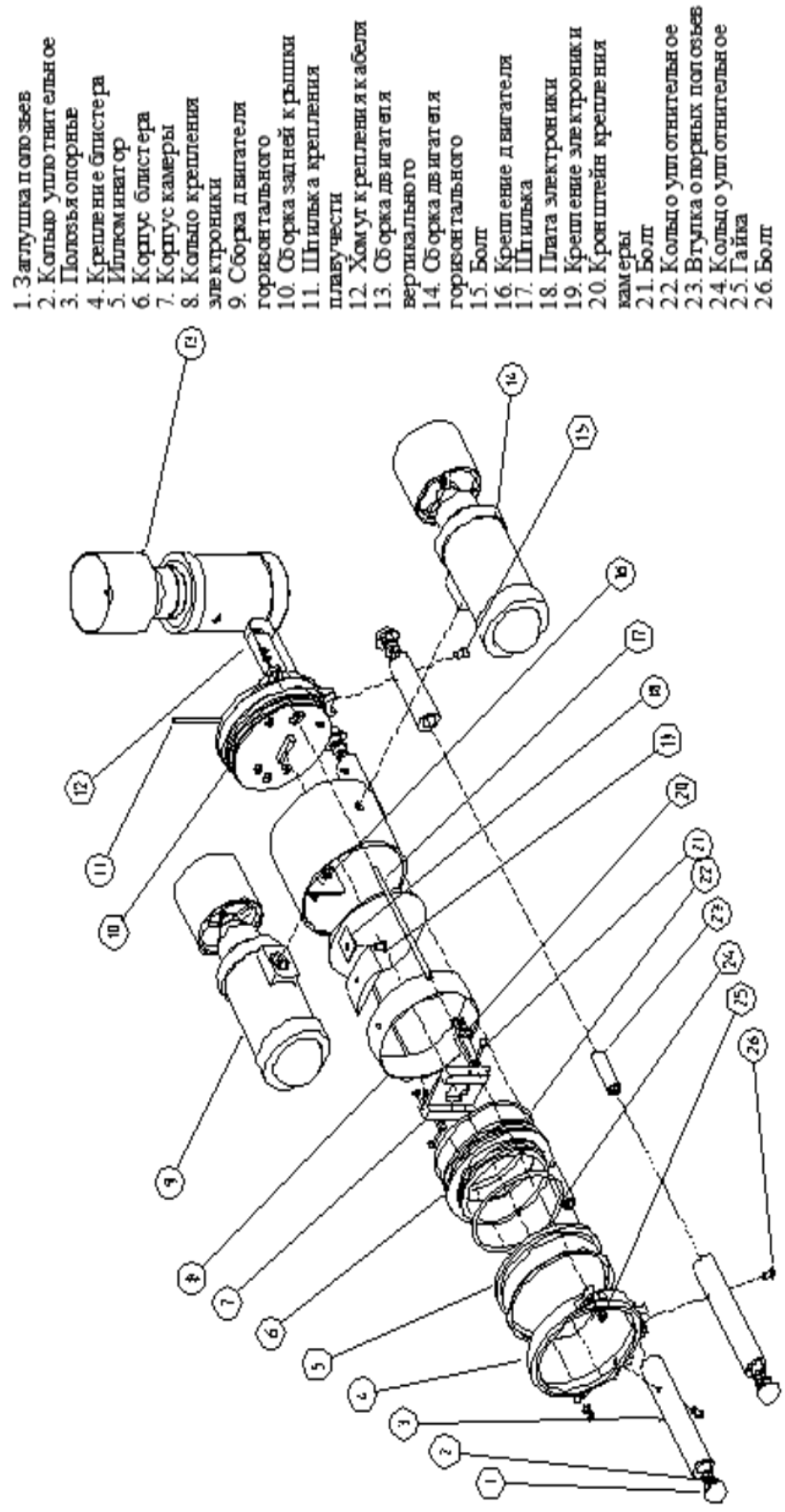


Рис. 1. Сборочный чертеж подводного аппарата

Таблица 1

Наименование узла или блока	Габаритные размеры, мм	Вес в воздухе, кг
Подводный модуль с блоком плавучести	220x180x150	2,8
Надводный блок питания/управления	240x220x100	3,2
Кабель коаксиальный РК-50, с кевларовым упрочнением и дополнительной герметичной оболочкой	диаметр 3	1,25 кг на 100 м
Катушка с кабелем 50 м	190x190x100	2
Транспортировочные кейсы (2 кейса)	400x350x180	2
Общий вес системы, кг	18	

Таблица 2

Технические характеристики	
Максимальная скорость движения вперед, м/с	до 1,5
Скорость вертикального движения, м/с	до 0,3
Максимальная скорость движения назад, м/с	До 0,5
Рабочая глубина, м	до 50 (ограничена длиной кабеля)
Предельно допустимая глубина, м	до 100
Длина кабеля, м	до 120
Потребляемая мощность, Вт	80
Питание от сети, В	220
Питание от автономного источника, В	12
Время работы от встроенного аккумулятора 12В, 12Ач, мин	60
Влажность окружающей среды, %	до 100
Диапазон рабочих температур, °С	–5…+45

Спроектированная бортовая электроника обеспечивает прием и обработку команд управления, поступающих с надводного блока (пульта оператора) по кабелю-связке, оцифровку и передачу на пульт оператора телеметрической информации – данных от датчиков (компас, датчик глубины и др.) и видеосигнала с камеры. Алгоритм управления аппарата реализован программой (использован язык Си+ и ассемблер), которая записывается и хранится в памяти встроенного микроконтроллера (64-выводной чип ATMega128 фирмы Amtel).

В табл. 1 приведен состав и основные расчетные весогабаритные параметры ПТОА.

Для управления аппаратом используется стандартный переносной пульт – джойстик Sony PlayStation, обеспечивающий простоту и легкость «пилотирования». Блок управления имеет два композитных видеовыхода, предназначенных для подключения встроенного ЖК-монитора и любых других серийных устройств отображения/записи видео информации. Также на блоке управления предусмотрены разъемы для подключения аккумуляторной батареи 12В.

В результате проведения натурных испытаний макета в открытых водоемах (Черное море, Ладога) были протестированы расчетные тактико-технические характеристики ПТОА и системы в целом [4] (табл. 2).

Как уже упоминалось, на аппарате предусмотрена возможность установки и интеграции в систему ультразвукового гидролокатора кругового обзора модели Tritech Micron DST Sonar. С его помощью существенно повышается эффективность поисковых операций, этот сонар может освещать подводную обстановку в радиусе до 100 м, позволяя обнаруживать подводные объекты. В табл. 3 приведены технические характеристики гидролокатора.

Таблица 3

Технические характеристики	
Рабочая частота, кГц	650–950
Дальность работы, м	2–75
Сектор обзора, град	0...360
Разрешающая способность, мм	50
Угол раскрытия луча (вертикальный), град	38
Угол раскрытия луча (горизонтальный), град	2,5
Рабочая глубина, м	до 500
Параметры питания, пост. напр.	12–50 В, 4,5 Вт
Габаритные размеры, мм – диаметр – длина	 56 78,5
Вес, кг: – в воздухе – в воде	 0,29 0,15

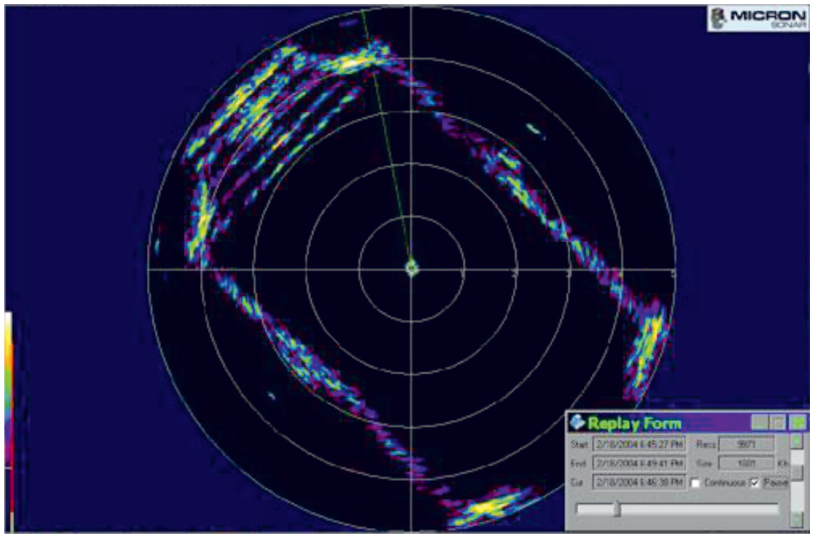


Рис. 2. Отображение объекта на экране PC с помощью гидролокатора (сонара) Micron

Для двунаправленной передачи данных телеметрии (с датчиков, гидролокатора и других устройств) через кабель-связку и команд управления аппаратом применена дифференциальная двойная витая пара (интерфейс RS 485), усиленная кевларовой оплеткой с дополнительной герметичной оболочкой.

Все данные телеметрии с гидролокатора отображаются на экране стандартного PC с предустановленной программой Micron Sonar, работающей под Windows. Подключение к PC реализовано посредством COM-порта. Для этого применен преобразователь интерфейса RS 485 → RS 232 ADAM.

Программное обеспечение Micron Sonar позволяет менять параметры работы гидролокатора – угол обзора (360 °, 180 ° или 90 °), радиус осмотра (5–100 м), масштаб, а также вести запись информации на компьютер.

Наличие возможности установки гидролокатора кругового обзора расширяет функции ПТОА ГНОМ-микро, превращая его в поисково-осмотровое средство (рис. 2.) [5, 6]. Кроме того не требуется никаких специальных устройств для записи видеоизображения, так как при наличии на компьютере стандартного устройства видеозахвата запись будет производиться на жесткий диск. При этом сохраняются все отличительные характеристики «персонального» подводного аппарата. Разработанное программное обеспечение обеспечивает несложное управление с беспроводного джойстика Sony PlayStation.

Заключение

Использование современной микроэлектроники, миниатюрных видеокамер и новых материалов и технологий позволило спроектировать сверхлегкий подводный телеуправляемый аппарат для широкого круга применений, как научно-исследовательских, так и промышленных. Этот аппарат во многих случаях может полностью или частично заменить использование водолазов при поисковых операциях и осмотрах подводных объектов.

Статья написана в рамках государственного задания ИО РАН по теме № 0149-2018-0011.

Список литературы

1. Елкин А.В., Комаров В.С., Розман Б.Я. Телеуправляемые подводные аппараты-роботы «ГНОМ» // Освоение морских глубин. М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2018. С. 332–336.

2. Комолов М.В., Мысливец И.В., Елкин А.В., Розман Б.Я., Шерстов Е.А. ТНПА СуперГНОМ ПРО-2 продолжение линии мощных мини-роботов ГНОМ // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XII Международной научно-технической конференции «МСОИ-2011»: в 2 т. М.: АПР, 2011. Т. 2. С. 147–151.

3. Алексеев Ю.К. Развитие подводной робототехники в Дальневосточном регионе нашей страны // Введение в подводную робототехнику. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. С. 97–107.

4. Сагалевич А.М. Роль подводных аппаратов в основании глубин океана // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XV Международной научно-технической конференции «МСОИ-2017»: в 2 т. М.: АПР, 2017. Т. 2. С. 120–129.

5. Гамазов Н.И., Гладкова О.И., Лямина Е.А., Егоров С.А. Информационно-управляющая система гибридного телеуправляемого подводного аппарата // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XIV Международной научно-технической конференции «МСОИ-2015»: в 2 т. М.: АПР, 2017. Т. 2. С. 209–213.

6. Капцов А.С., Артамонова А.В., Елкина М.М. Информационно-управляющая система телеуправляемого подводного аппарата // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XIV Международной научно-технической конференции «МСОИ-2015»: в 1 т. М.: АПР, 2015. Т. 1. С. 359–363.

УДК 634.424.8

СУБЛИМИРОВАННАЯ СУШКА ПЛОДОВ ФЕЙХОА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕЦЕПТУРАХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

[1]Симоненко С.В., [1]Симоненко Е.С., [2]Краснова И.С., [2]Семенов Г.В.

[1]НИИ детского питания – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Истра, e-mail: info@niidp.ru;

[2]ФГБОУ ВО «МГУПП», Москва, e-mail: mgupp@mgupp.ru

В статье рассматривается изучение влияния вакуумной сублимационной сушки на интегральную антиоксидантную активность (АОА) плодов фейхоа, массовую долю витамина С и на органолептические показатели. Плоды фейхоа являются скоропортящимися, согласно действующим нормативным документам, допустимый срок их хранения составляет всего 20 дней, что резко ограничивает время их использования в условиях промышленного производства. Эта ситуация может быть изменена путём применения современной технологии вакуумной сублимационной сушки, обеспечивающей высокий уровень сохранности нативных свойств сырья растительного происхождения. Эксперименты по замораживанию и вакуумной сублимационной сушке плодов фейхоа проведены на лабораторном оборудовании. Органолептическая оценка включала следующие показатели: цвет, запах, вкус и структура кусочков. Каждый показатель оценивали, используя шкалу из пяти пунктов по сравнению со свежими плодами. Интегральную АОА определяли на приборе «Эксперт-006» кулонометрическим титрованием с использованием электрогенерированных галогенов. Результаты определения интегральной антиоксидантной активности получали в мг/мл в пересчете на аскорбиновую кислоту. Массовую долю витамина С определяли титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89. Эксперименты проводили в 3–5-кратной повторности. В результате исследований наибольшую ценность в плане наличия комплекса полезных свойств представляет кожура плодов фейхоа. Вакуумная сублимационная сушка обеспечивает высокий уровень сохранности исследуемых показателей качества. Для обеспечения удобной технологии последующего использования высушенных плодов фейхоа их целесообразно измельчать в порошок. Порошок позволяет обеспечить удобное его дозирование при введении в состав широкого ассортимента пищевых продуктов

Ключевые слова: антиоксидантная активность, вакуумная сублимационная сушка, органолептическая оценка, сублимированный порошок

EXPASION OF APPLICATION AND TERMS OF USE OF FREEZE-DRIED FRUITS OF FEIJOA IN FOOD FORMULATIONS

[1]Simonenko S.V., [1]Simonenko E.S., [2]Krasnova I.S., [2]Semenov G.V.

[1]Scientific research Institute of baby nutrition – branch of the Federal research centre of nutrition and biotechnology, Istra, e-mail: info@niidp.ru;

[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of food production», Moscow, e-mail: mgupp@mgupp.ru

The article considers the effect of vacuum freeze drying on the integral antioxidant activity (AOA) of feijoa fruit, the content of vitamin C, and the organoleptic parameters. Feijoa fruit are perishable; according to the current normative documents, their acceptable shelf life is only 20 days, which severely limits the time of their use in the industrial production. This situation can be changed by applying the modern vacuum freeze drying method that provides a high level of preservation of the native properties of this raw materials of plant origin. Experiments on freezing and vacuum freeze drying of feijoa fruit were carried out in experimental conditions on laboratory equipment. The organoleptic evaluation (color, smell, taste, and texture of pieces) was performed on a five-point scale, with the subsequent selection of the most promising samples. The integral AOA was determined using an «Expert-006» device by coulometric titration using electrogenerated halogens. The results of determining the integral antioxidant activity were obtained in mg/ml in ascorbic acid equivalent. The mass fraction of vitamin C was determined using titrimetric method as per the State Standard GOST 24556-89. The experiments were carried out in 3–5 replicates. As a result of the study, the peel of feijoa fruit is of the maximum value in terms of the presence of a complex of useful substances. Vacuum freeze drying provides a high level of preservation of the studied quality parameters. For further use of dried feijoa fruit, they should be crushed into powder, which allows for its easy dosing when used as part of a wide range of food products, including those intended for baby food.

Keywords: antioxidant activity, vacuum freeze drying, organoleptic evaluation, freeze-dried powder

Фенольные соединения (катехины, флавоны, флавоноиды, лейкоантоцианы), входящие в состав плодов фейхоа, являются антиоксидантами, формируют аромат плодов и обладают тонизирующими свойствами. Особо следует отметить высокое содержание йода в составе плодов, по этому показателю эти плоды сопоставимы с морепродуктами. Столь богатый и разнообразный химический состав плодов фейхоа делает их очень перспективными для использования в рецептурах продуктов не только массового потребления, но и продуктов функциональной на-

правленности, в том числе и для детского питания. К сожалению, плоды фейхоа являются скоропортящимися, согласно действующим нормативным документам, допустимый срок их хранения составляет всего 20 дней, что резко ограничивает время их использования в условиях промышленного производства [1]. Эта ситуация может быть изменена путём применения современной технологии вакуумной сублимационной сушки, обеспечивающей высокий уровень сохранности нативных свойств сырья растительного происхождения [2].

Цель работы: изучение влияния вакуумной сублимационной сушки на интегральную антиоксидантную активность (АОА) фейхоа, массовую долю витамина С и на органолептические показатели.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования являются образцы плодов фейхоа. В работе используются органолептические, физико-химические, методы исследования и статистического анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

Фейхоа – это растение, которое уже много веков широко культивируется в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. В России фейхоа впервые начали разводить в середине XIX в. в Крыму, а сейчас промышленно значимые плантации его находятся в Краснодарском крае и в Абхазии. Ярко-зеленые плоды фейхоа с оригинальным терпким вкусом содержат полезные вещества, представленные витаминами и микроэлементами, эфирными маслами и фенольными соединениями [3]. Химический состав конкретных плодов фейхоа зависит от сорта растения, места его произрастания и климатических условий. Вместе с тем для использования в дальнейших исследованиях можно ориентироваться на усреднённые данные химического состава плодов фейхоа (табл. 1) [2], выращиваемых в Абхазии, поскольку они сегодня являются наиболее перспективными для промышленного использования с учётом их стоимости, количества и уровня качества [4].

Эксперименты по замораживанию и вакуумной сублимационной сушке проведены на лабораторном оборудовании, разработанном и эксплуатируемом в МГУПП [5].

Органолептическая оценка включала следующие показатели: цвет, запах, вкус и структура кусочков. Каждый показатель оценивали, используя шкалу из пяти пунктов по сравнению со свежими плодами.

Таблица 1

Данные химического состава плодов фейхоа

Наименование показателя	Среднее значение
Влажность, %	90
Свободная глюкоза, %	25
Фруктоза свободная, %	23,67
Сахароза, %	0,59
Аскорбиновая кислота, мг%	393,8
Витамин В1, мг%	2,1
Витамин В2, мг%	0,7
Витамин В5, мг%	2,0
β-каротин, мг%	5,77
Катехины, мг%	892,78
Лейкоантоцианы, мг%	969,07
α-хлорофилл, мг%	26,39
β-хлорофилл, мг%	11,65
Общая кислотность, %	22,16
Лимонная кислота, %	14,54
Яблочная кислота, %	3,2
Пектин растворимый, %	4,64
Протопектин, %	4,95
Йод, мкг%	2,58
Калий, мг%	1237,11
Натрий, мг%	154,64
Магний, мг%	135,05
Железо, мг%	2,37

Интегральную АОА определяли на приборе «Эксперт-006» кулонометрическим титрованием с использованием электрогенерированных галогенов. Данный метод позволяет оценить общую антиоксидантную активность объекта, а не концентрацию отдельных АО, информация о которых, как правило, недостаточна, поскольку в этом случае не учитываются процессы взаимного окисления/восстановления и влияние матрицы исследуемого объекта.

Метод кулонометрического титрования считается наиболее эффективным за счет способности брома вступать в реакции радикальные, окислительно-восстановительные, электрофильного замещения и присоединения по кратным связям, охватывая тем самым все возможные антиоксиданты в сырье.

Электрогенерацию брома осуществляли при постоянной силе тока 50 мА или 5 мА из водных 0,2 М растворов калия бромистого в 0,1 М растворе серной кислоты с определением конца титрования вольтметрической индикацией с двумя поляризованными электродами из инертного металла. Результаты определения интегральной антиоксидантной активности получали в мг/мл в пересчете на аскорбиновую кислоту.

Массовую долю витамина С определяли титриметрическим методом по ГОСТ 24556-89.

Эксперименты проводили в 3–5-кратной повторности.

Предварительно подготовленные ягоды вымыли в проточной воде, разделили на две части. Первую часть разрезали дольками толщиной 5–7 мм. Вторую часть очистили от кожуры, мякоть нарезали также дольками. Далее определяли исследуемые показатели в свежих плодах с кожурой, отдельно в мякоти и отдельно в кожуре. Оставшиеся дольки плодов с кожурой, отдельно дольки мякоти и отдельно кожуру замораживали в противнях в морозильной камере при температуре –25 °С и интенсивной циркуляции воздуха. Далее осуществляли процесс сублимации при температуре продукта на этапе сублимации – минус 20 °С ± 2 °С, досушку проводили при максимальной температуре в центре продукта 40–42 °С. Кусочки плодов сушили в течение 12–14 часов. Конечная влажность высушенных кусочков плодов составляла 1,5–2,5 %. На рис. 1 показаны противни с замороженным сырьём в момент загрузки их в сушильную камеру экспериментального стенда СВП-0.36 для последующей вакуумной сублимационной сушки.

Рис. 1. Измельченные и замороженные плоды фейхоа в противнях при загрузке в сушильную камеру лабораторного стенда СВП-0,36

Рис. 2. Порошок, полученный после измельчения высушенных плодов фейхоа

Дольки плодов и кожура после сублимационной сушки сохранили свой цвет, вкус и аромат, свойственные свежему фрукту.

После вакуумной сублимационной сушки в высушенных кусочках плодов определяли все исследуемые показатели.

Результаты исследования интегральной антиоксидантной активности представлены в табл. 2.

Как следует из данных, представленных в табл. 2, наибольшую ценность в плане наличия комплекса полезных свойств представляет кожура плодов фейхоа. На втором и третьем месте находятся соответственно неочищенные плоды и их мякоть. Вакуумная сублимационная сушка обеспечивает высокий уровень сохранности исследуемых показателей качества [6].

Для обеспечения удобной технологии последующего использования высушенных плодов фейхоа их целесообразно измельчать в порошок, как представлено на рис. 2. Порошок позволяет обеспечить удобное его дозирование при введении в состав широкого ассортимента пищевых продуктов. На наш взгляд, сублимированный порошок плодов фейхоа может быть использован в составе следующих пищевых продуктов:

– йогурты, творог, ацидофильная паста, простокваша Мечникова – для обогащения их йодом и другими полезными веществами, содержащимися в плодах фейхоа. Особо следует отметить, что сублимированный порошок фейхоа будет являться пребиотиком, обеспечивающим увеличение количества бифидо- и лактобактерий;

– мороженое – для придания оригинального вкуса и придания профилактической направленности, с учётом того, что основными потребителями этого продукта являются дети;

– хлебобулочные изделия – в рецептурах которых порошок сублимированного фейхоа будет играть роль обогащающей йодирующей добавки;

– напитки из фруктов, овощей и ягод в различных сочетаниях с добавлением сублимированного порошка фейхоа – придание оригинального вкуса, обогащение йодом.

Во всех рассмотренных примерах фейхоа потенциально будет увеличивать допустимые сроки хранения поскольку по своей физической природе содержит высокое количество антиоксидантов.

Рассмотренные примеры обозначают перспективные направления использования сублимированных компонентов плодов фейхоа. Детализация рецептур, оценка уровня введения порошка в каждую конкретную рецептуру, оценка пищевой ценности и органолептических показателей будут являться предметом дальнейших исследований.

Таблица 2

Интегральная антиоксидантная активность, мг/г сухого вещества

	Мякоть с кожурой	Мякоть без кожуры	Кожура
Свежие фрукты	10,6	9,91	17,17
Высушенные фрукты	6,7	5,8	12,7

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. по направлению № 0529-2016-0042.

Список литературы

1. Мякинникова Е.И., Касьянов Г.И. Особенности технологии хранения и переработки субтропических плодов // Политематич. сетевой электр. научн. журнал КубГАУ. 2014. вып. № 96 (02). URL: http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/27.pdf (дата обращения: 17.10.2018).

2. Троянова Т.Л. Разработка технологии пищевых добавок из растительного сырья: дис. ... к.т.н. Краснодар: КубГТУ, 2005. 133 с.

3. Приток Т.Г., Германов М.Г., Омаров М.Д., Омарова З.М. Плоды фейхоа – источники повышенного содержания питательных и биологически активных веществ // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. Сочи: ВНИИЦиСК, 2015. Т. 53. С. 120–126.

4. Абшилова А.Н., Причко Т.Г. Сортовая оценка химического состава и технических показателей плодов фейхоа, выращенных в условиях Абхазии // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2011. № 10 (4). С. 116–125.

5. Семенов Г.В. Вакуумная сублимационная сушка. М.:ДеЛи плюс, 2013. 264 с.

6. Касьянов Г.И., Мякинникова Е.И., Связен И.Е. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии глубокой переработки субтропического сырья. Краснодар: КубГТУ, 2012. 170 с.

УДК 669.15-198

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОСПЛАВА И КАРБИДА КАЛЬЦИЯ ИЗ ШЛАКА ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Шевко В.М., Каратаева Г.Е., Бадикова А.Д., Тулеев М.А., Аманов Д.Д.

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, e-mail: shevkovm@e.mail.ru

В статье приводятся результаты исследований по влиянию температуры и углерода на получение ферросплава и карбида кальция из шлака доменного производства АО «Арселор Миттал Темиртау». Исследования проводились методом термодинамического моделирования с использованием программного комплекса HSC-5.1, основанного на принципе минимума энергии Гиббса, совмещенного с методом рототабельного планирования исследований второго порядка. Получены адекватные уравнения регрессии равновесной степени извлечения кремния, алюминия в сплав, кальция в CaC_2, концентрацию в сплаве кремния и алюминия, а также литража карбида кальция в зависимости от температуры и количества углерода. Установлено, что: в рассматриваемой системе в зависимости от температуры и количества углерода вещества находятся в виде $CO_{(г)}$, C, $CaSiO_3$, Al_2SiO_5, FeSi, Fe, SiO_2, $Ca_{(г)}$, Si, FeO, CaO, Al, CaC_2, SiC, MgO, Al_2O_3, CaSi, $Al_{(г)}$, $SiO_{(г)}$, $Mg_{(г)}$, K_2O, $CO_{2(г)}$, TiO_2, $FeSi_2$, $CaSi_2$, Mg, Fe_5Si_3, Na_2O, $MgSiO_3$, BaO, $Ba_{(г)}$, MnO, Mn, Ba, $CaSO_4$, Fe_2O_3. Увеличение количества углерода от 39 до 51 % от массы шлака позволяет повысить степень извлечения кремния и алюминия в сплав, кальция в CaC_2 и увеличить концентрацию Si + Al в сплаве. При 58–61,7 % степени перехода кальция в CaC_2 (1956,9–2000 °С и 49–51 % С) степень извлечения кремния в сплав составляет 92–93,3 %, алюминия – 72,5–89,8 %, а концентрация кремния и алюминия в сплаве – 32,7–33,7 и 10,3–13,4 %. Суммарная концентрация кремния и алюминия в сплаве составляет 44,0–46,8 %. Карбид кальция характеризуется литражом от 276 дм^3/кг до 353 дм^3/кг. Формирующийся ферросплав по содержанию алюминия можно отнести к ферросиликоалюминию марки ФС45А10, а карбид кальция (по литражу) к продукту второй и высшей сортности. Получение ферросиликоалюминия с более высоким содержанием кремния и алюминия (52,4 %) происходит при уменьшении количества железа до 11 %.

Ключевые слова: доменный шлак, термодинамическое моделирование, восстановление, углерод, карбид кальция, ферросплав

THERMODYNAMIC MODELING OF FERROALLOY AND CALCIUM CARBIDE OF THE SLAG OF BLAST FURNACE

Shevko V.M., Karataeva G.E., Badikova A.D., Tuleev M.A., Amanov D.D.

M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, e-mail: shevkovm@e.mail.ru

The article presents the results of studies on the effect of temperature and carbon on the production of ferroalloys and calcium carbide from slag of blast furnace production of JSC «Arcelor Mittal Temirtau». The research was carried out by the method of thermodynamic modeling using the software complex HSC-5.1, based on the principle of minimum Gibbs energy, combined with the method of rotatable planning of the second order research. Adequate regression equations were obtained for the equilibrium degree of extraction of silicon, aluminum into an alloy, calcium in CaC_2, the concentration of silicon and aluminum in the alloy, as well as the displacement of calcium carbide depending on the temperature and amount of carbon. It was found that: in the system under consideration, depending on the temperature and amount of carbon, substances are in the form of $CO_{(g)}$, C, $CaSiO_3$, Al_2SiO_5, FeSi, Fe, SiO_2, $Ca_{(g)}$, Si, FeO, CaO, Al, CaC_2, SiC, MgO, Al_2O_3, CaSi, $Al_{(g)}$, $SiO_{(g)}$, $Mg_{(g)}$, K_2O, $CO_{2(g)}$, TiO_2, $FeSi_2$, $CaSi_2$, Mg, Fe_5Si_3, Na_2O, $MgSiO_3$, BaO, $Ba_{(g)}$, MnO, Mn, Ba, $CaSO_4$, Fe_2O_3. Increasing the amount of carbon from 39 to 51 % by weight of slag can increase the degree of extraction of silicon and aluminum alloy, calcium in CaC_2 and increase the concentration of Si + Al in the alloy. At 58-61,7 % of the degree of transition of calcium to CaC_2 (1956,9-2000 °C and 49-51 % C) the degree of extraction of silicon into the alloy is 92-93.3 %, aluminum – 72.5-89.8 %, and the concentration of silicon and aluminum in the alloy – 32.7-33.7 and 10.3-13.4 %. The total concentration of silicon and aluminum in the alloy is 44.0-46.8 %. Calcium carbide is characterized by a displacement from 276 dm^3/kg to 353 dm^3/kg. Emerging Ferroalloy content of aluminium can be attributed to ferrosilicoaluminium brand FS45A10 and carbide of calcium (displacement) to the product of the second and higher grades. Obtaining ferrosilicoaluminium with a higher content of silicon and aluminum (52.4 %) occurs with a decrease in the amount of iron to 11 %.

Keywords: blast furnace slag, thermodynamic modeling, reduction, carbon, calcium carbide, ferroalloy

Доменное производство 1 т чугуна характеризуется образованием от 330 до 900 кг шлака, который содержит 38–42 % SiO_2, 38–48 % CaO, 6–20 % $Al_2O_{(г)}$, 2–12 % MgO, 0,2–0,6 % FeO, 0,1–2 % MnO, а также BaO, S, P [1]. Мировое производство чугуна постоянно растет, составляя 1,12 млрд т в 2012 г. и 1,174 млрд т в 2017 г., с прогнозным увеличением до 1,19 млрд т в 2021 г. [2]. Исходя из среднего выхода доменного шлака в 600 кг/т чугуна сейчас ежегодно в мире образуется 0,67–0,7 млрд т доменного шлака. Известны технологии переработки этих шлаков с получением граншлака, щебня, шлаковаты, пемзы, литья, брусчатки, асфальтобетонов, жаростойкого шлакобетона, керамических материалов, цемента и других материалов [3–5]. Однако шлаки перерабатываются не полностью. Так, в РФ в отвалы переходит до 17 % шла-

ка [6], а в Казахстане используется только 35,9% шлака. Для более полного использования доменных шлаков необходима разработка новых технологий, позволяющих получать конкурентоспособную востребованную продукцию. В связи с этим нами предлагается более совершенная технология, позволяющая более полно использовать шлак доменного производства. Технология основана на одновременном получении из доменного шлака ферросплава и карбида кальция, например по реакции

$$CaSiO_3 + Al_2SiO_5 + 10C + 2Fe = 2FeSi + 2Al + CaC_2 + 8CO. \quad (1)$$

Цель исследования: термодинамическое моделирование взаимодействия доменного шлака АО «Арселор Миттал Темиртау» (37,2% SiO_2, 34,3% CaO, 14% Al_2O_3, 11,8% MgO, 1,7% BaO, 0,6% FeO, 0,5% MnO, 0,1% $Ca_3(PO_4)_2$) с углеродом в присутствии железа, с образованием ферросплава и карбида кальция. В статье приводятся результаты исследований по влиянию температуры и углерода на получение ферросплава и карбида кальция из шлака доменного производства АО «Арселор Миттал Темиртау».

Материалы и методы исследования

Исследования возможности получения карбида кальция и ферросплава из шлаков доменного производства проведено нами методом термодинамического моделирования с использованием программного комплекса HSC-5.1 [7]. Расчет равновесия комплексом HSC-5.1 производится на основе принципа минимума энергии Гиббса с учетом активностей веществ. Погрешность расчетов комплексом HSC-5.1 составляет не более 4–6%.

Для получения адекватных уравнений регрессии влияния температуры и количества углерода на технологические показатели переработки доменного шлака Темиртау, с последующей их оптимизацией нами был использован рототабельный метод планирования исследований второго порядка (план Бокса – Хантера) [8]. В процессе исследований определялась степень распределения элементов в продукты (α,%), концентрация Si, Al, Ca в сплаве; C_{Si}, C_{Al}, C_{Ca}, C_{Al+Si},%; степень извлечения Al, Si в сплав: $\alpha_{Si\ сплав}$, $\alpha_{Al\ сплав}$,%; Ca в CaC_2: $Ca(CaC_2)$,%; масса сплава: $G_{сплав}$,% от шлака; концентрация CaC_2 в техническом карбиде кальция и его литраж; C_{CaC2},% и L, дм^3/кг. Литраж карбида кальция (L) – количество ацетилена (дм^3), выделяющегося из 1 кг CaC_2 при взаимодействии его с водой [9]. Он рассчитывается по формуле:

$$L = C_{CaC2} \cdot 372 / 100, \quad (2)$$

где 372 – количество литров ацетилена, выделяющегося из 100% карбида кальция при 20°С и давлении 760 мм рт.ст.

Исследования проводились в температурном интервале 1000–2300°С при давлении 0,1 МПа. Количество углерода изменялось от 39 до 51% от массы шлака. Количество железа было постоянным и составляла 22% от массы шлака. Исходный шлак АО «Арселор Миттал Темиртау» содержал: 37,2% SiO_2, 34,3% CaO, 14% Al_2O_3, 11,8% MgO, 1,7% BaO, 0,6% FeO, 0,5% MnO, 0,1% $Ca_3(PO_4)_2$.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 показано влияние температуры и количества углерода на $\alpha_{Si\ сплав}$ (в виде FeSi, Si, $FeSi_2$, CaSi, $CaSi_2$, SiC, Fe_3Si), $\alpha_{Al\ сплав}$ и $\alpha_{Ca(CaC2)}$.

Из рис. 1 видно, что степень извлечения кремния и алюминия в сплав, кальция в CaC_2 возрастает при увеличении количества углерода (Si от 88,4% до 92,3% при 2000°С; Al от 76% до 89,8% при 2050°С; Ca от 34,4% до 61,7% при 2000°С). Масса ферросплава также растет (например от 46,1% до 50% от массы шлака при 2000°С).

Увеличение количества углерода позитивно влияет на повышение концентрации алюминия в сплаве до 13,5% при 51% С и 2000°С и суммарную концентрацию кремния и алюминия в сплаве до 46,2% при 51% С и 2000°С (рис. 2). Однако на $C_{Si\ сплав}$ изменение количества углерода практически не влияет.

Для определения оптимальных параметров получения ферросплава и карбида кальция из доменного шлака были составлены матрицы проведения исследований, на основании которых получены следующие адекватные уравнения регрессии:

$$\alpha Si_{сплав} = -2502,2 + 2,57 \cdot Т + 0,63 \cdot У - 8,8 \cdot 10^{-4} \cdot Т \cdot У - 6,35 \cdot 10^{-4} \cdot Т^2 + 1,74 \cdot 10^{-2} \cdot У^2; \quad (3)$$

$$\alpha_{Ca}(CaC_2) = -5578 + 5,73 \cdot Т - 7,18 \cdot У + 4,77 \cdot 10^{-3} \cdot Т \cdot У - 1,49 \cdot 10^{-3} \cdot Т^2 + 4,38 \cdot У^2; \quad (4)$$

$$C_{Al} = -1446,9 + 1,29 \cdot Т + 5,557 \cdot У - 7,34 \cdot 10^{-5} \cdot Т \cdot У - 3,11 \cdot 10^{-4} \cdot Т^2 + 0,055 \cdot У^2; \quad (5)$$

$$C_{Si+Al} = -263,5 + 0,26 \cdot Т + 0,29 \cdot У + 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot Т \cdot У - 6,94 \cdot 10^{-5} \cdot Т^2 - 2,51 \cdot 10^{-2} \cdot У^2; \quad (6)$$

$$\alpha Al_{сплав} = -5635,1 + 5,26 \cdot Т + 4,98 \cdot У - 7,63 \cdot 10^{-3} \cdot Т \cdot У - 1,16 \cdot 10^{-3} \cdot Т^2 + 0,14 \cdot У^2; \quad (7)$$

$$L = -6123,2 + 3,43 \cdot Т + + 41,88 \cdot У - 1,71 \cdot Т \cdot У - 2,43 \cdot 10^{-4} \cdot Т^2 + 7,17 \cdot 10^{-2} \cdot У^2; \quad (8)$$

$$G_{сплав} = -878,9 + 0,92 \cdot Т - 1,17 \cdot У - 4,42 \cdot 10^{-4} \cdot Т \cdot У - 2,19 \cdot 10^{-4} \cdot Т^2 + 2,63 \cdot 10^{-2} \cdot У^2. \quad (9)$$

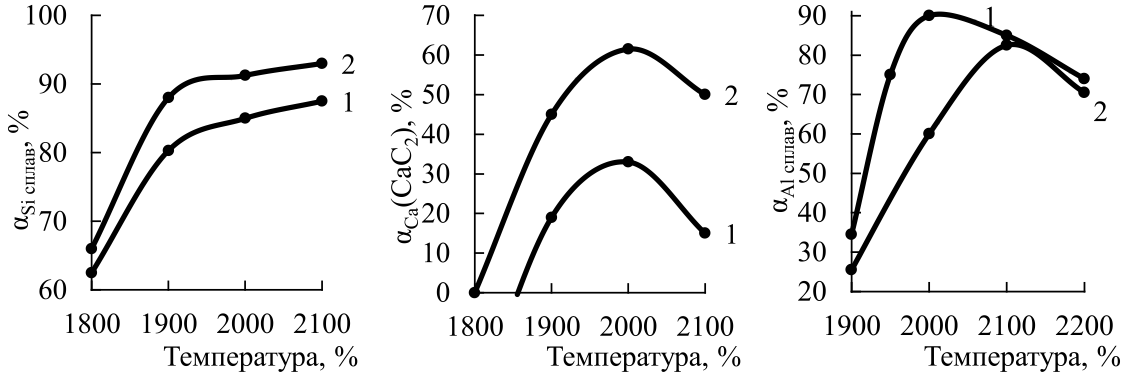


Рис. 1. Влияние температуры и углерода на $\alpha_{Si\ сплав}$, $\alpha_{Ca}(CaC_2)$ и $\alpha_{Al\ сплав}$: 1 – 39% С от массы шлака, 2 – 51% от массы шлака

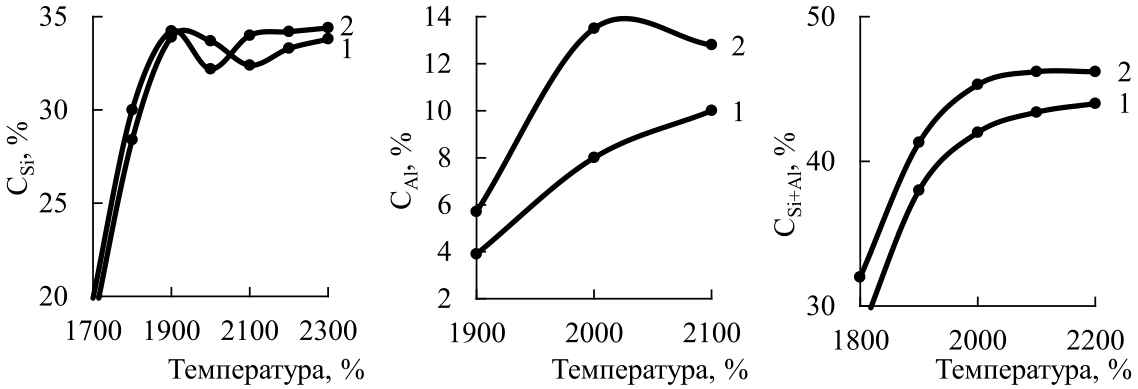
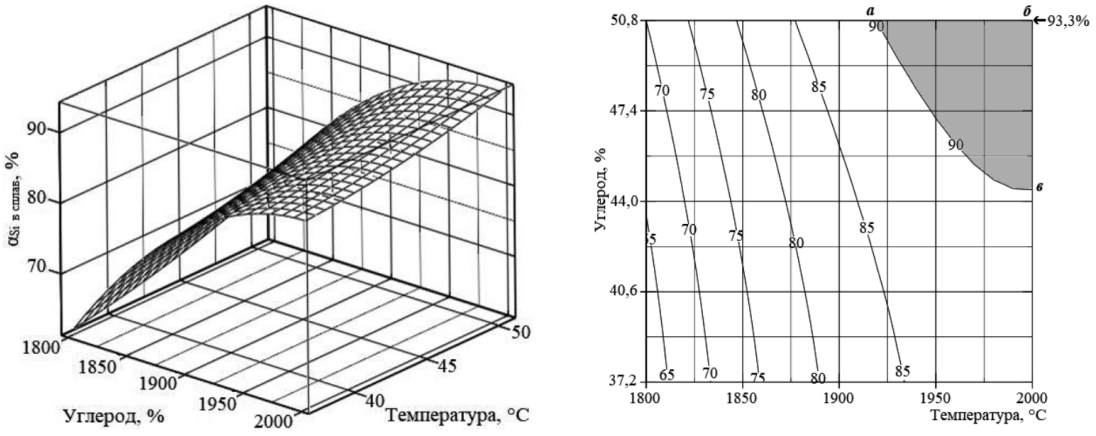


Рис. 2. Влияние температуры и количества углерода на концентрацию кремния и алюминия в сплаве: 1 – 39% С от массы шлака, 2 – 51% С от массы шлака



1 *2*

Рис. 3. Объёмное и плоскостное изображение влияния температуры и углерода на $\alpha_{Si сплав}$: 1 – Объёмное изображение, 2 – Плоскостное изображение

Используя уравнения 3–9, авторы построили объёмные изображения поверхности отклика. На рис. 3 показаны объёмное и плоскостное изображения $\alpha_{Si сплав} = f(T, У)$, а на рис. 4 плоскостные изображения $\alpha_{Ca}(CaC_2)$, $\alpha_{Alсплав}$, C_{Al}, C_{Si+Al}, L и $G_{сплав}$ в зависимости от температуры и количества углерода.

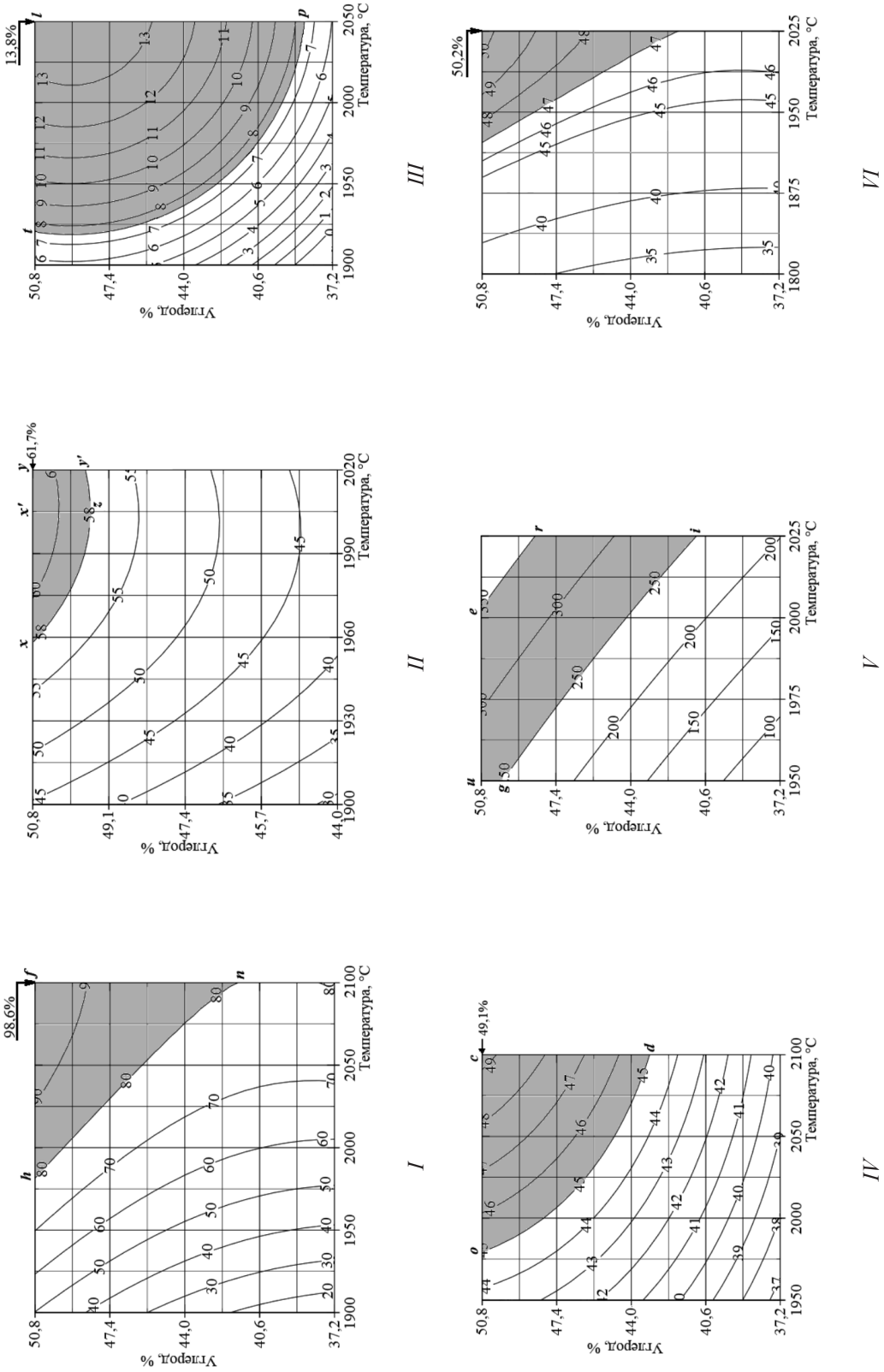


Рис. 4. Плоскостное изображение влияния температуры и углерода на технологические показатели влияния температуры и количества углерода в системе шлак – nC – 22% Fe: I – $\alpha_{Mсплав}$, II – $\alpha_{Ca}(CaC_2)$, III – C_{Al}, IV – C_{Si+Al}, V – L, VI – $G_{сплав}$

Таблица 1

Границы параметров оптимизации и переменных факторов

Параметр оптимизации	Рисунок	Технологическая область	Значение параметра	Температурные пределы, °С	Пределы углерода, % от массы шлака
$\alpha Al_{сплав}$, %	4 (I)	hfn	80,0–98,6	1980–2100	41,4–51
$\alpha_{Ca}(CaC_2)$, %	4 (II)	xx'yy'z	58,0–61,7	1956,9–2005	49,0–51
C_{Al}, %	4 (III)	tlp	7,5–13,8	1918–2100	38,3–51
C_{Si+Al}, %	4 (IV)	ocd	45–49,1	2007–2100	43,2–51
L, дм^3/кг	4 (V)	gueri	250–300	1950–2025	40,9–51
G, % от массы шлака	4 (VI)	phl	47,0–50,2	1923–2025	42,5–51

Таблица 2

Границы технологических параметров в областях xx'yy'z (рис. 4 (II))

Точки на рис. 4(II)	Т, °С	Углерод, % от массы шлака	α_{Si} в $_{сплав}$, %	α_{Al} в $_{сплав}$, %	α_{Ca} в $_{CaC2}$, %	C_{Si} в $_{сплаве}$, %	C_{Al} в $_{сплаве}$, %	C_{Si+Al} в $_{сплаве}$, %	$G_{сплав}$, % от массы шлака
x	1956,9	51	92,6	72,5	58,0	33,7	10,3	44,0	48,7
x'	2005,0	51	93,3	85,9	61,7	33,4	12,7	46,1	50,0
y	2025,0	51	92,7	89,8	61,2	33,6	13,2	46,8	50,3
y'	2025,0	49,6	92,0	85,7	58,0	33,1	13,4	46,5	49,6
z	2005,0	49,0	92,2	79,6	58,0	32,7	12,8	45,6	49,0

Из полученных изображений видно, что 90–93,3 % α_{Si} наблюдается в области абв (рис. 3), т.е. при 1920–2000 °С и 44,8–51 % углерода.

В табл. 1 приведена информация о границах параметров оптимизации и переменных факторов.

Из рис. 3–4 и табл. 1 видно, что наименьшая степень извлечения (среди Si, Al и Ca) характерна для Ca в CaC_2 (61,7 %). Поэтому оптимизацию процесса необходимо проводить с учетом извлечения Ca в CaC_2, т.е. в пределах технологической области xx'yy'z. В табл. 2 приводятся значения технологических параметров в области xx'yy'z.

Из табл. 2 следует, что при $\alpha_{Ca}(CaC_2)$ = 58–61,7 % (1956,9–2005 °С, 49,0–51 % С) $\alpha Si_{сплав}$ составляет 92–93,3 %, α_{Al} – 72,5–89,8 %. концентрация Si и Al в сплаве (масса которого = 48,7–50,3 % от массы шлака) составляет 32,7–33,7 и 10,3–13,4 %. Суммарная концентрация кремния и алюминия в сплаве составляет 44,0–46,8 %. Карбид кальция при максимальном значении $\alpha_{Ca}(CaC_2)$ = 61,8 характеризуется литражом 353 дм^3/кг. Минимальным литражом (276,4 дм^3/кг) обладает карбид кальция, образующийся при 1956,9 °С и 51 % углерода.

В соответствии с [10] формирующийся ферросплав по содержанию алюминия можно отнести к ферросиликоалюминию марки ФС45А10, а карбид кальция (по литражу) к продукту второй высшей сортности [11]. Для получения ферросиликоалюминия с более высоким содержанием кремния необходимо продолжение исследований с меньшим чем 22 % Fe, в частности проведенные дополнительные исследования показали, что в системе шлак – 48 %С – 11 %Fe при 2000 °С суммарная концентрация алюминия и кремния в сплаве возрастает до 52,5 % (12,4 % Al и 40,1 % Si).

Заключение

На основании полученных результатов по термодинамическому моделированию взаимодействия доменного шлака с углеродом в присутствии железа можно сделать следующие выводы:

– в рассматриваемой системе в зависимости от температуры и количества углерода вещества находятся в виде $CO_{(г)}$, C, $CaSiO_3$, Al_2SiO_5, FeSi, Fe, SiO_2, $Ca_{(г)}$, Si, FeO, CaO, Al, CaC_2, SiC, MgO, Al_2O_3, CaSi, $Al_{(г)}$, $SiO_{(г)}$, $Mg_{(г)}$, K_2O, $CO_{2(г)}$, TiO_2, $FeSi_2$, $CaSi_2$, Mg, Fe_5Si_3, Na_2O, $MgSiO_3$, BaO, $Ba_{(г)}$, MnO, Mn, Ba, $CaSO_4$, Fe_2O_3;

– увеличение количества углерода от 39 до 51 % от массы шлака позволяет повысить степень извлечения кремния и алюминия в сплав, кальция в CaC_2 и повысить концентрацию кремния и алюминия в сплаве;

– при 58–61,7% степени перехода кальция в CaC_2 (1956,9–2000 °С и 49,0–51%С) $\alpha Si_{сплав}$ составляет 92–93,3%, $\alpha Al_{сплав}$ – 72,5–89,8%;

– концентрация кремния и алюминия в сплаве (48,7–50,3% от массы шлака) составляет 32,7–33,7 и 10,3–13,4%. Суммарная концентрация Si и Al в сплаве составляет 44,0–46,8%;

– карбида кальция при максимальном значении $\alpha_{Ca}(CaC_2) = 61,7\%$ характеризуется литражом 353 дм^3/кг;

– минимальный литраж (276,4 дм^3/кг) образуется при 1956,9 °С, 51% углерода;

– формирующийся ферросплав по содержанию алюминия можно отнести к ферросиликоалюминию марки ФС45А10, а карбид кальция (по литражу) к продукту второй и высшей сортности [11]. Ферросиликоалюминий с более высоким содержанием кремния формируется при меньшем содержании железа в шихте.

Статья публикуется в рамках выполнения проекта № AP05130683 «Совмещенная технология получения ферросплавов и карбида кальция из нетрадиционного природного сырья и техногенных образований, содержащих высококларковые элементы» грантового финансирования научных исследований КН МОН РК.

Список литературы

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. 768 с.

2. Isaac L.B. Principles of the Manufacture of Iron and Steel With Some Notes on the Economic Conditions of Their Production. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. P. 794.

3. Коробейников А.П., Филин А.Н., Барыльников В.В. Способ переработки отвального доменного и мартеновского шлака. Патент РФ № 2448172. Патентообладатель Коробейников Анатолий Прокопьевич. 2012. Бюл. № 11.

4. Kazuhiro H., Naoto T., Yoshiyuki K., Toshiaki K. Processing and Reusing Technologies for Steelmaking Slag. Nippon steel & Sumitomo metal technical report. 2013. no. 104. P. 123–129.

5. Takayuki M., Koichi T., Kenichi A., Sachiko H. Production and Use of Blast Furnace Slag Aggregate for Concrete. Nippon steel & Sumitomo metal technical report. 2015. no. 109. P. 102–108.

6. Каплан А.В., Шаламова Т.В. Оценка экономической эффективности рекультивации шлакоотвалов металлургических предприятий // Вестник Челябинского государственного университета. 2012. № 3 (257). С. 33–36.

7. Удалов Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ. СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2012. 147 с.

8. Ахназарова С.А., Кафаров Б.В. Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности. М.: Высшая школа, 1978. 319 с.

9. Богданов С.П., Козлов К.Б., Лавров Б.А., Соловейчик Э.Я. Электротермические процессы и реакторы. СПб.: Проспект науки, 2009. 424 с.

10. ГОСТ1460-2013. Карбид кальция. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 30 с.

11. Технические условия (ТУ) 0820-011-14513884-2013. Ферросиликоалюминий. Екатеринбург: ООО «УИС», 2013.

УДК 544.032.14

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ (NI-FE)@C И РЕЛАКСИВНОСТЬ ИХ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ

[1]Бызов И.В., [1,2]Уймин М.А., [1,2]Конев А.С., [1]Новиков С.И., [1,2]Ермаков А.Е., [1]Привалова Д.В., [1,2]Гавико В.С.

[1]Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, e-mail: uimin@imp.uran.ru;

[2]Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

Металл-углеродные композитные наночастицы со структурой ядро-оболочка представляют интерес в связи с возможными применениями в различных областях, включая медико-биологические задачи и катализ. В работе описывается синтез композитных наночастиц, ядро которых представляет собой метастабильную ГЦК фазу сплава Ni-Fe с размером ядра несколько нанометров. Исследованы магнитные свойства порошков после синтеза, определена химическая стабильность по отношению к соляной кислоте, проведена функционализация поверхности наночастиц сульфогруппами SO_3H. Намагниченность насыщения композитов с 25% Ni составила 60 emu/g, коэрцитивная сила не превышает 20 Oe. Этот состав обладает высокой химической стабильностью по отношению к соляной кислоте. Установлено, что функционализированные наночастицы образуют устойчивые к агрегированию водные суспензии. Поперечная спин-спиновая релаксивность суспензий на основе металл-углеродных частиц с 25% Ni с привитыми на поверхности сульфогруппами достигает высоких значений, значительно превышая известные из литературы значения для близких по составу наночастиц (Ni-Fe). Благодаря высокой величине релаксивности и химической стабильности данные композитные наночастицы могут найти применение в качестве магнитных контрастных агентов или как магнитные метки в медико-биологических исследованиях.

Ключевые слова: наночастицы, углеродное покрытие, сплав Ni-Fe, релаксивность, суспензия

MAGNETIC PROPERTIES OF METAL-CARBON NANOCOMPOSITES (NI-FE)@C AND RELAXIVITY OF THEIR WATER SUSPENSION

[1]Byzov I.V., [1,2]Uymin M.A., [1,2]Konev A.S., [1]Novikov S.I., [1,2]Ermakov A.E., [1]Privalova D.V., [1]Gaviko V.S.

[1]M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, e-mail uimin@imp.uran.ru;

[2]Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg

Metal-carbon composite nanoparticles with a core-shell structure are of interest in connection with their possible applications in various fields, including biomedical problems and catalysis. This paper describes the synthesis of composite nanoparticles, the core of which is a Ni – Fe alloy in a metastable structural state (fcc phase) with the core size is about several nanometers. The magnetic properties of powders after synthesis have been investigated, chemical stability with respect to hydrochloric acid has been determined. The saturation magnetization of composites with 25% Ni is 60 emu / g, the coercive force does not exceed 20 Oe. This composition has a high chemical stability with respect to hydrochloric acid. The nanoparticles surface has been functionalized by sulfo groups SO_3H. It is established that functionalized nanoparticles form aqueous suspensions resistant to aggregation. The transverse spin-spin relaxivity of suspensions based on metal-carbon particles with 25% Ni with sulfo groups grafted on the surface reaches high values, significantly exceeding the known one from literature values for nanoparticles with similar composition (Ni-Fe). Due to this high value of relaxivity and chemical stability, these composite nanoparticles can be used as magnetic contrast agents or as magnetic labels in biomedical research.

Keywords: nanoparticle, carbon coating, Ni-Fe alloy, relaxivity, suspension

Металл-углеродные композитные наночастицы являются перспективным материалом для ряда медико-биологических применений (например, как магнитоконтрастные вещества [1] или как катализаторы ряда химических реакций [2]). В первом случае критически важным параметром является удельная намагниченность материала. Кроме того, важна химическая стабильность наночастиц. Для частиц со структурой металлическое ядро – углеродная оболочка характерна гораздо более высокая химическая стабильность, чем для частиц без оболочки, которые очень быстро деградируют на воздухе, образуя оксиды. Однако надо отметить, что для частиц с оболочкой при хранении на воздухе или тем более при работе с такими частицами в водных средах процесс деградации также может иметь место, хотя и с меньшей скоростью. Использование металл-углеродных частиц как магнитных контрастеров требует функционализации поверхности теми или иными молекулами. В процессе функционализации частицы должны выдерживать влияние относительно агрессивной химической среды, напри-

мер, действие растворов кислот, поэтому требуется достаточно высокое совершенство и плотность углеродной оболочки. Мы использовали для синтеза металл-углеродных наночастиц метод конденсации из паровой фазы в среде аргона, содержащего бутан. Формирование углеродной оболочки при газофазном синтезе происходит вследствие пиролиза бутана на частицах металла. Известно, что наиболее эффективными катализаторами пиролиза углеводородов являются никель и кобальт. Мы также установили ранее, что химическая стабильность композитов Ni@C заметно превышает химическую стабильность композитов Fe@C. Однако наночастицы Ni@C характеризуются довольно низким значением намагниченности по сравнению с частицами Fe@C, что обусловлено почти четырехкратным отличием намагниченности никеля и железа (55 и 217 emu/g соответственно). Таким образом, наночастицы Ni@C вряд ли могут рассматриваться как перспективный материал для использования их в качестве магнитных контрастеров, несмотря на их высокую химическую стабильность. Мы попытались найти компромиссные варианты синтеза металл-углеродных частиц, которые обеспечивали бы и оптимальный набор магнитных свойств (высокая намагниченность и низкая коэрцитивная сила), и высокую химическую стабильность. Разумным вариантом решения такой задачи нам представляется синтез частиц с ядром из сплавов на основе железа с добавками никеля. Приводимые в литературе данные по намагниченности сплавов Ni-Fe довольно противоречивы. В работе [3] приводятся высокие значения величины магнитного момента на атом металла для сплавов железа с (10–25) вес.% Ni (табл. 1). Но следует отметить, что эти значения приведены для ОЦК фазы, а в соответствии с равновесной фазовой диаграммой в этой области составов ОЦК фаза ограничена концентрацией никеля не более 7%. Полная растворимость в этой системе наблюдается в диапазоне температур от 900 до 1400 °C, где равновесной является ГЦК фаза. При понижении температуры должны образовываться двухфазные смеси (ОЦК + ГЦК).

Таблица 1

Фазовый состав и атомный магнитный момент некоторых сплавов системы (Ni-Fe)

Fe	Ni	M, μ_B/ат.	Фаза
100	0	2,175	ОЦК
90	10	2,170	ОЦК
75	25	2,025	ОЦК
50	50	1,52	ОЦК

Известно также, что в этой системе при понижении температуры могут образоваться метастабильные фазы, такие как Fe_3Ni и FeNi [4]. Поскольку фазовый состав образцов в системе (Fe-Ni) определяет их магнитные свойства, намагниченность этих сплавов может сильно варьироваться в зависимости от метода получения и термообработок. В работе [5] приводятся довольно высокие значения намагниченности сплава номинального состава $Fe_{0.74}Ni_{0.26}$ (120 emu/g). Однако этот образец содержал 2 фазы в близком соотношении объемов – ОЦК на основе железа и ГЦК с составом $Fe_{0.64}Ni_{0.36}$. Информации о соотошении фаз нет, и это затрудняет интерпретацию полученных авторами результатов. Также двухфазные нанопорошки состава $Fe_{0.63}Ni_{0.37}$ изучались в работе [6]. Намагниченность насыщения этих нанопорошков составила 85 и 40 emu/g для соотношений ОЦК и ГЦК фаз (63:37) и (52:48) соответственно. Аналогичная ситуация описывается в работе [7], где исследовались нанопорошки системы (Fe-Ni) во всей области составов. Для диапазона 20–40% Ni состав порошков оказался двухфазным, причем соотношение фаз ОЦК и ГЦК не было определено. Наличие двух фаз соответствует равновесной диаграмме состояний, но не позволяет определить намагниченность отдельных фаз. Нанопорошки состава $Fe_{45}Ni_{55}$, полученные с помощью электровзрывного нагружения, исследовались в работах [8, 9]. Было установлено, что порошки данного состава находятся в ГЦК фазе, что, видимо, обусловлено быстрым охлаждением частиц от высокой температуры. Намагниченность составила около 140 emu/g, при этом авторы отмечают возможность присутствия в образцах нескольких магнитных фаз. В нашем случае при синтезе металл-углеродных композитов ситуация дополнительно усложняется тем, что в состав ядра, по-видимому, входит углерод, который может не только стабилизировать ГЦК фазу, но и изменить ее магнитные свойства. Таким образом, несмотря на довольно большой объем проведенных к настоящему времени исследований магнитных свойств сплавов системы (Fe-Ni), невозможно заранее предсказать, какие величины намагниченности насыщения могут быть реализованы в нанокомпозитах (Ni-Fe)@C с разным соотношением никеля и железа. Синтез таких нанокомпозитов и измерение их магнитных свойств и химической стабильности было одной из целей настоящей работы. Другой целью с учетом возможного практического применения таких композитов для отмеченных выше медико-биологических задач было создание устойчивых водных суспензий таких наночастиц и исследование их релаксационных характеристик.

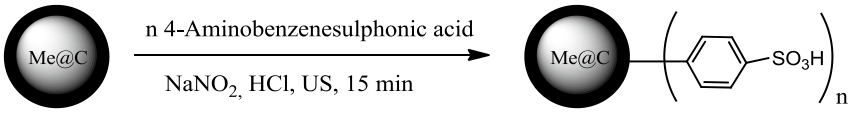


Рис. 1. Схема функционализации металл-углеродных наночастиц сульфогруппой

Материалы и методы исследования

Газофазный метод синтеза металл-углеродных частиц описан в работе [10]. Капля расплавленного и перегретого металла левитирует в высокочастотном электромагнитном поле. Поток инертного газа уносит в холодную зону частицы металла, где они конденсируются непосредственно в газовой среде. Затем частицы задерживаются тканевым фильтром. Размер частиц определяется давлением газа, скоростью потока газа и температурой капли. При наличии в газе-носителе (аргоне) некоторого количества углеводорода (например, бутана) происходит пиролиз бутана, и на поверхности конденсирующихся частиц образуется углеродная оболочка, которая препятствует дальнейшему росту частиц. В этом случае средний размер частиц оказывается меньше, чем при конденсации частиц того же металла в чистом аргоне. Исходный порошок для композитов NiFe@C готовили перемешиванием в вибромельнице порошков никеля и железа в соответствующих пропорциях. Затем смеси спекали в вакууме и вновь измельчали до размера (0,3–0,45) мм. С помощью порошкового питателя такие частицы непрерывно подавались в зону плавки, где происходило испарение. Скорость подачи порошка была подобрана так, чтобы масса капли и, следовательно, ее температура оставались постоянными в течение всего процесса испарения. Для сравнения был синтезирован также композит Fe@C, не содержащий никеля. В этом случае исходным материалом служила железная проволока диаметром 0,4 мм.

Металл-углеродные частицы являются гидрофобными, и для их использования в медико-биологическом плане необходима их функционализация, чтобы увеличить их гидрофильность. Чаще всего для модификации металл-углеродных наночастиц к поверхности частиц прививают амино- или карбоксогруппы с использованием арил-диазониевых солей [10]. Однако в ряде случаев эти функциональные группы не обеспечивают достаточной агрегативной устойчивости суспензий. В данной работе мы использовали ту же слегка измененную методику для прививки к углеродной поверхности частиц сульфогрупп. Схема синтеза представлена на рис. 1. Предварительно навеска (50–100) мг металл-углеродных наночастиц обрабатывалась концентрированной соляной кислотой для очистки от загрязнений и растворения наночастиц с несовершенной углеродной оболочкой. Далее частицы промывались водой с магнитной декантацией. Для синтеза диазониевой соли к 174 мг сульфаниловой кислоты (Sigma Aldrich, puriss. p.a.) добавляли 40 мг гидроксида натрия, растворенного в 2 мл воды, и нагревали до растворения, после охлаждения добавляли 70 мг нитрита натрия. Полученный раствор вливали в предварительно охлажденную суспензию частиц в 1 М соляной кислоте. После добавления раствора диазониевой соли суспензия MNPs подвергалась ультразвуковой обработке в течение 15 мин. Отделение частиц функционализированных частиц осуществлялось диализом (Dialysis Cassete, 20000 MWCO, Thermo Scientific) против дистиллированной воды.

Структура композитов исследовалась с помощью рентгеновского дифрактометра высокого разрешения «Empyrean» (производство PANalytical) в медном фильтрованном излучении методом сканирования с шагом 0,013 градусов. Первичная обработка и расчет параметров проводился с помощью программного комплекса HighScore Plus 4.1. Массовая доля углерода определялась термогравиметрически с помощью дериватографа Q-1500D. Для определения химической стабильности нанопорошков мы использовали весы со встраиваемым постоянным магнитом. Капсула с порошком, связанная с чашкой весов, размещалась над магнитом. Магнитный вклад в измеряемый вес образца зависит от сохранности магнитного ядра частиц композита при травлении. При смачивании порошка соляной кислотой в результате вытравливании ядра магнитный вклад в показания весов может уменьшаться. Полное сохранение магнитного вклада в течение 1–2 часов выдержки соответствовало 100% химической стабильности, его исчезновение – нулевой химической стабильности, характерной для частиц без оболочки или с проницаемой оболочкой. Кривые намагничивания измерялись с помощью вибромагнитометра в полях до 27 kOe. Измерения релаксационных характеристик суспензий проводили с помощью ЯМР-релаксометра, разработанного в ИФМ УрО РАН. Величина постоянного магнитного поля для измерения релаксационных кривых составляла 2 kOe, а измерения проводились на частоте около 8 МГц. Из концентрационных зависимостей обратного времени релаксации $1/T_2$ была определена величина релаксивности r2 – скорость изменения величины $1/T_2$ с изменением концентрации. Для сравнения с литературными данными концентрация измерялась в mM – количестве металла в миллимолях на литр.

Результаты исследования и их обсуждение

Было синтезировано 3 образца нанокомпозитов: Fe@C (S1), $(Ni_{15}Fe_{85})$@C (S2) и $(Ni_{25}Fe_{75})$@C (S3). Соотношение углерода и металла составляло во всех трех композитах от 30:70 до 25:75. Рентгеноструктурные исследования показали, что структура образца S1 представлена ОЦК фазой с параметром решетки 0,287 нм, близким к параметру решетки ОЦК-Fe. Образцы S2 и S3 представлены ГЦК-фазой с параметром решетки 0,360 нм. Эта величина достаточно близка к параметру решетки ГЦК фазы $Fe_{45}Ni_{55}$ 0,3569 нм, приведенному в работе [9]. Большая ширина линий обусловлена малым размером частиц, по оценкам составляющим (2–3) нм. Углеродная оболочка не дает каких-либо рефлексов на дифрактограммах. По-видимому, для нее размер бло-

ков ОКР еще меньше. Относительная массовая доля углеродной оболочки составила по термогравиметрическим данным около 25 %. Химическая стабильность композитов при увеличении содержания никеля росла от 80 % для образца S1 до 85 и 98 % для образцов S2 и S3 соответственно.

Кривые перемагничивания нанокомпозитов S1, S2 и S3 показаны на рис. 3. Как видно из этого рисунка, композиты с добавками никеля характеризуются заметно более низкими значениями намагниченности, чем композит без никеля Fe@C (S1). Необходимо отметить также, что величина намагниченности насыщения образа S3 (25 % Ni) почти в 2 раза меньше, чем величина намагниченности порошка $Fe_{45}Ni_{55}$ в работе [9]. Это снижение, казалось бы, противоречит данным работы [4] (табл. 1), где наблюдается противоположный тренд – уменьшение магнитного момента, приходящегося на атом металла, при увеличении содержания никеля в сплаве. Но этот эффект, видимо, имеет место для ОЦК фазы, а для ГЦК фазы авторами работы [12] наблюдалось, напротив, снижение намагниченности при уменьшении концентрации никеля от 40 до 37,5 %. Таким образом, с точки зрения практических применений наиболее оптимальным составом из исследованных нами является состав с 25 % Ni, поскольку он характеризуется высокой химической стабильностью и достаточно высокой намагниченностью. Необходимо отметить еще один положительный момент – коэрцитивная сила всех исследованных образцов, включая образец с 25 % Ni, не превышает 20 Oe, что существенно меньше, чем для образца $Fe_{45}Ni_{55}$ из работы [9] (180 Oe) или для образцов $Fe_{69}Ni_{55}$ из работы [1] (170–200 Oe).

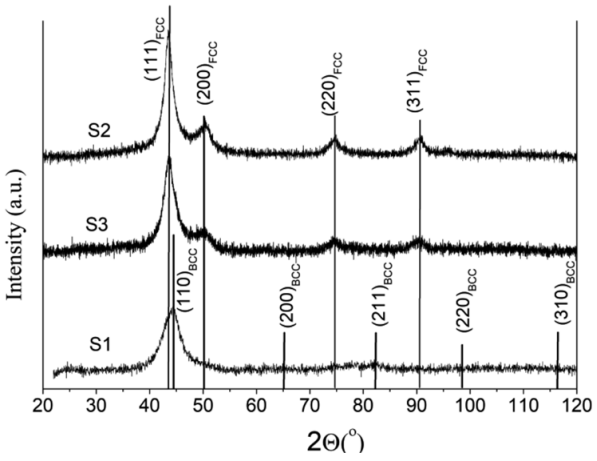


Рис. 2. Дифрактограммы нанокомпозитов Fe@C (S1), $(Ni_{15}Fe_{85})$@C (S2) и $(Ni_{25}Fe_{75})$@C (S3). Рефлексы образца S1 относятся к ОЦК фазе, рефлексы образцов S2 и S3 – к ГЦК фазе

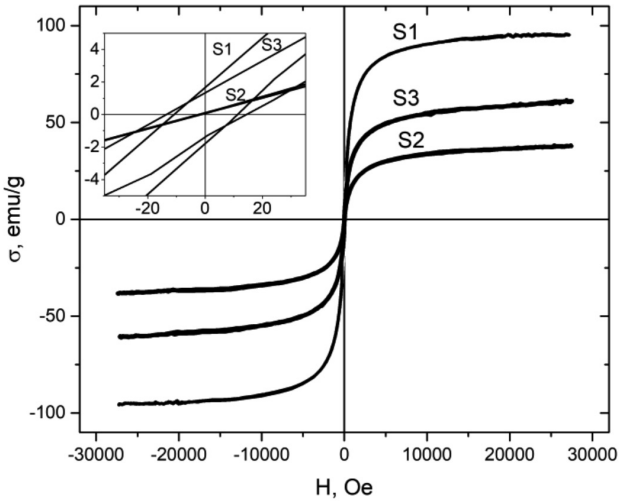


Рис. 3. Кривые перемагничивания образцов Fe@C (S1), $(Ni_{25}Fe_{75})$@C (S2) и $(Ni_{15}Fe_{85})$@C (S3)

Таблица 2

Основные параметры суспензий
на основе нанокомпозитов S1, S2 и S3

Состав	Обозначение	<d>, nm	σ (H = 2 kOe), emu/g	r2, mM-1c-1
Fe@C	S1	100	70,5	247
(Ni15Fe85)@C	S2	63	23	66
(Ni25Fe75)@C	S3	66	40,4	178

Функционализация поверхности частиц сульфогруппами обеспечила высокую агрегативную устойчивость водных суспензий этих частиц. Средний размер агрегатов, измеренный методом DLS, составил 100, 66 и 63 нм для образцов S1, S2 и S3 соответственно (табл. 2).

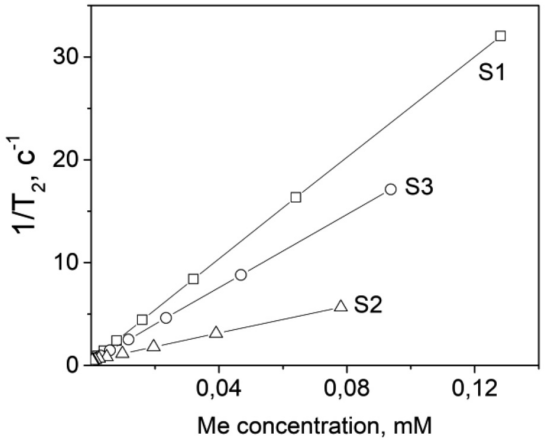


Рис. 4. Концентрационные зависимости обратного времени релаксации для образцов S1, S2 и S3

Измерение времени поперечной релаксации протонов T2 водных суспензий с разной концентрацией частиц показало, что даже при больших концентрациях суспензии остаются стабильными и не агрегируют в магнитном поле релаксометра. Об этом свидетельствует линейный характер концентрационных зависимостей величины 1/T2 (рис. 4). Именно эта высокая агрегативная устойчивость, вероятно, и обусловила существенно более высокую релаксивность $r2 = 178\ mM^{-1}c^{-1}$ наночастиц с 25% Ni (S3) по сравнению с близкими по составу и намагниченностью наночастицами $Fe_{69}Ni_{55}$ из работы [1] ($43\ mM^{-1}c^{-1}$). Не исключено, что намагниченность нанокомпозитов (Ni-Fe)@C может быть увеличена при термообработках. Как нами было установлено ранее [13], ядро частиц Ni@C содержит большое количество углерода, что и вызывает снижение намагниченности ядра. Ядро частиц (Ni-Fe)@C также, скорее всего, содержит большое количество растворенного углерода. Отжиг при высокой температуре (900–1100 °C) должен привести к распаду этого пересыщенного твердого раствора и росту намагниченности. Возможно, одновременно может измениться и тип кристаллической решетки ядра на ОЦК в соответствии с равновесной диаграммой состояний. Это может привести к росту намагниченности наночастиц (Ni-Fe)@C и релаксивности суспензий на их основе.

Выводы

1. При газофазном методе синтеза металл-углеродных композитов (Ni-Fe)@C на основе системы (Ni-Fe) фиксируется ГЦК фаза даже в области составов, для которой в равновесии характерно образование двухфазного состояния (ОЦК + ГЦК).

2. Намагниченность насыщения ГЦК фазы композитов (Ni-Fe)@C уменьшается с уменьшением содержания никеля с 60 emu/g для 25% Ni до 40 emu/g для 15% Ni.

3. При содержании никеля 25% имеет место высокая химическая стабильность нанокомпозитов (Ni-Fe)@C.

4. Функционализация сульфогруппами обеспечивает высокую агрегативную устойчивость и получение малого размера агрегатов, особенно для композитов, содержащих никель. Величина релаксивности суспензии на основе композита $(Ni_{25}Fe_{75})$@C составила $178\ mM^{-1}c^{-1}$, что вполне достаточно для использования этого вещества как магнитного контрастера или как магнитной метки при диагностике с использованием ЯМР-релаксометрии.

Работа выполнена в рамках проекта 18-10-2-5 Комплексной программы УрО РАН.

Список литературы

1. Yang H., Li H., Zhou H., Zhuang Y., Hu H., Wu H., Yang S. Monodisperse water-soluble Fe – Ni nanoparticles for magnetic resonance imaging. J. Alloys Compd. 2011. vol. 509. P. 1217–1221.

2. Erokhin A.V., Lokteva E.S., Yermakov A.Ye., Boukhvalov D.W., Maslakov K.I., Golubina E.V., Uimin M.A. Phenylacetylene Hydrogenation on Fe@C and Ni@C Core-Shell Nanoparticles: About Intrinsic Activity of Graphene-Like Carbon Layer in H2 Activation. Carbon. 2014. vol. 74. P. 291–301.

3. Reck R.A., Fry D.L. Orbital and spin magnetization in Fe-Co, Fe-Ni, and Ni-Co. Phys. Rev. 1969. vol. 184, no. 2. P. 492–495.

4. Reuter K.B., Williams D.B., Goldstein J.I. Determination of the Fe-Ni Phase Diagram below 400 C. Metall. Trans. A. 1989. vol. 20A. P. 719–725.

5. Vitta S. Khuntiaa A., Ravikumarb G., Bahadur D. Electrical and magnetic properties of nanocrystalline Fe100-xNixalloys. J. Magn. Magn. Mater. 2008. vol. 320, no. 3–4. P. 182–189.

6. Moghimi N., Rahsepar F.R., Srivastava S. Shape-dependent magnetism of bimetallic FeNi nanosystems. J. Mater. Chem. C. 2014. vol. 2. P. 6370–6375.

7. Li X.G., Chiba A., Takahashi S. Preparation and magnetic properties of ultrafine particles of Fe-Ni alloys. J. Magn. Magn. Mater. 1997. vol. 170, no. 3. P. 339–345.

8. Kurlyandskaya G.V., Madinabeitiab I., Beketov I.V., Medvedev A. I., Larrañagaa A., Safronov A.P., Bhagat S.M. Structure, magnetic and microwave properties of FeNi nanoparticles obtained by electric explosion of wire. J. Alloys Compd. 2014. vol. 615. P. S231–S235.

9. Kurlyandskaya G.V., Safronov A.P, Terzian T.V., Volodina N.S., Beketov I.V., Lezama L., Prieto L.M. Fe 45 Ni 55 Magnetic Nanoparticles Obtained by Electric Explosion of Wire for the Development of Functional Composites. IEEE Magn. Lett. 2015. vol. 6. P. 3800104.

10. Mikhalev K.N., Germov A.Y., Uimin M.A., Yermakov A.Ye., Konev A.S., Novikov S.I., Gaviko V.S., Ponosov Yu.S. Magnetic state and phase composition of carbon-encapsulated Co@C nanoparticles according to 59Co, 13C NMR data and Raman spectroscopy. Mater. Res. Express. 2018. vol. 5. P. 055033.

11. Postnikov P.S., Trusova M.E., Fedushchak T.A., Uimin M.A., Ermakov A.E., Filimonov V.D. Aryldiazonium tosylates as new efficient agents for covalent grafting of aromatic groups on carbon coatings of metal nanoparticles. Nanotechnologies Russ. 2010. vol. 5, no. 7–8. P. 446–449.

12. Kadziolka-Gawel M., Zarek W., Popiel E., Chrobak A. The crystal structure and magnetic properties of selected fcc FeNi and Fe40Ni40B20alloys. Acta Phys. Pol. A. 2010. vol. 117, no.2. P. 412–414.

13. Новиков С.И., Конев А.С., Уймин М.А., Ермаков А.Е., Привалова Д.В. М.В.В. Магнитные свойства нанокомпозитов Ni@C // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 12–2. С. 247–251.

УДК 538.915

ПЕРВОПРИНЦИПНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ СОЕДИНЕНИЯ PUNIGA$_5$ ПРИ ВСЕСТОРОННЕМ СЖАТИИ

[1,2]Лукоянов А.В., [2]Багласов Е.Д.

[1]ФГБУН «Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук», Екатеринбург, e-mail: lukoyanov@imp.uran.ru;

[2]Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

В работе теоретически исследована эволюция электронной структуры и магнитного состояния интерметаллида PuNiGa$_5$ при всестороннем сжатии элементной ячейки. С этой целью проведены расчеты электронной структуры данного интерметаллида в рамках первопринципного метода с учетом сильных электронных корреляций и спин-орбитального взаимодействия в 5f оболочке ионов Pu. Проведенный анализ электронной структуры показал, что при уменьшении объема ячейки интерметаллида PuNiGa$_5$ вследствие всестороннего сжатия происходит увеличение ширины зон электронных состояний. Особенно данный эффект заметен для локализованных 5f состояний ионов Pu. Эффективный момент ионов Pu в PuNiGa$_5$ был оценен, исходя из промежуточного типа связи. При всестороннем сжатии элементарной ячейки, которое моделировалось в данной работе, в PuNiGa$_5$ эта величина значительно уменьшается вследствие уменьшения спина и орбитального момента по сравнению с соответствующими значениями при нормальном объеме без сжатия. Также проведены исследования влияния силы электронных корреляций на электронную структуру рассматриваемого соединения PuNiGa$_5$ для чего были проведены расчеты для серии значений параметра кулоновского взаимодействия в 5f оболочке актиноидного металла. Было показано, что учет электронных корреляций приводит к значительному увеличению расстояния между заполненными и пустыми состояниями 5f оболочки Pu.

Ключевые слова: интерметаллиды, первопринципные расчеты, электронная структура

FIRST-PRINCIPLES INVESTIGATION OF ELECTRONIC STRUCTURE OF PUNIGA$_5$ COMPOUND UNDER ALL-ROUND COMPRESSION

[1,2]Lukoyanov A.V., [2]Baglasov E.D.

[1]M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, e-mail: lukoyanov@imp.uran.ru;

[2]Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg

In this work, the evolution of the electronic structure and magnetic state of the PuNiGa$_5$ intermetallic compound at all-around compression of the cell is theoretically investigated. For this purpose, calculations of the electronic structure of this intermetallic compound were carried out in the framework of the first-principle method, taking into account strong electronic correlations and spin-orbit coupling in the 5f shell of the Pu ions. The analysis of the electronic structure showed that with a decrease in the volume of the PuNiGa$_5$ intermetallic cell, due to the all-round compression, the width of the electronic bands increases. This effect is especially noticeable for the localized 5f states of the Pu ions. The effective moment of the Pu ions in PuNiGa$_5$ was estimated based on the intermediate type of coupling. With all-round compression of the elementary cell, which was simulated in this work, in PuNiGa$_5$ this value significantly decreases as a result of a decrease in the spin and orbital moment in comparison with the corresponding values at normal volume without compression. Our studies were also made for the effect of the strength of electronic correlations on the electronic structure of the PuNiGa$_5$ compound under consideration; for this reason, the calculations were performed for a series of values of the Coulomb interaction parameter in the 5f shell of the actinide metal. It was shown that the inclusion of electronic correlations leads to a significant increase in the distance between the filled and empty 5f states of the Pu shell.

Keywords: intermetallics, first-principles calculations, electronic structure

Интерес к исследованию соединений серии 115 на базе f-элементов вызван интересными физическими свойствами соединений данной группы. Соединение PuCoGa$_5$, базовое соединение серии, является сверхпроводником с высокой для соединений семейства Pu температурой сверхпроводящего перехода около 18,5 K [1]. Это значение на порядок превосходит критические температуры соответствующих изоструктурных аналогов на основе церия [2]. Очевидно, что выдающиеся физические свойства PuCoGa$_5$ в значительной степени определяются его электронной структурой. Ранее нами для соединений серии данной серии изучена электронная структура в рамках зонных методов с учетом электронных корреляций и спин-орбитальной связи [3], предложен метод оценки оптимального уровня электронного легирования, приводящего к появлению сверхпроводящего состояния [4]. Для слоистой системы Pu(Co, Fe, Ni, Rh, Ir)Ga$_5$ понимание физических свойств представляет большую физическую проблему [5, 6]. Несмотря на проведенные экспериментальные исследования, данных для описания поведения свойств PuNiGa$_5$ под давлением пока в научной литературе не представлено [7]. Получение новых данных о физических свойствах, электронной структуре, магнитных и спектральных характе-

ристиках соединений данной серии, а также понимание роли переходных металлов в этих слоистых соединениях позволят совершенствовать технологии работы с данными материалами и в перспективе существенно расширить спектр их применения.

В этой статье мы приводим результаты первопринципных расчетов электронной структуры интерметаллида $PuNiGa_5$ с целью получения более глубокого понимания поведения его электронной структуры и магнитных свойств под давлением, а также исследуем влияние электронных корреляций на электронную структуру интерметаллида $PuNiGa_5$ при нормальных условиях.

Материалы и методы исследования

Соединение $PuNiGa_5$ кристаллизуется в тетрагональной структуре с пространственной группой симметрии *P4/mmm* (номер группы 123). Элементарная ячейка содержит одну формульную единицу с атомом Pu в кристаллографической позиции 1a (0, 0, 0), атом никеля располагается в позиции типа (0, 0, 1/2) и 5 атомов Ga – в позициях типа (1/2, 1/2, 0) и (0, 1/2, 0,307). В расчетах использовались экспериментальные величины параметров кристаллической решетки, указанные в работе [7].

Расчеты электронной структуры выполнены в приближении локальной электронной плотности с поправкой на кулоновские корреляции и спин-орбитальную связь (LDA + U + SO) [3, 4]. Использовался пакет программ TB-LMTO-ASA на основе метода линеаризованных маффин-тин орбиталей в приближении атомных сфер. В литературе на сегодняшний день можно найти несколько тысяч публикаций, основанных на результатах исследований при помощи метода LDA + U. Данный метод доказал свою исключительную полезность при описании физических свойств многих классов материалов, включая соединения с дальним магнитным порядком. Интегрирование методом тетраэдров осуществлялось по сетке *k*-точек в обратном пространстве. В орбитальный базис были включены маффин-тин орбитали, соответствующие 7s, 6p, 6d и 5f состояниям Pu, 4s, 4p и 3d состояниям Ni и 4s, 4p и 4d состояниям Ga. При расчетах использованы величины параметров прямого кулоновского 4 эВ и обменного хундовского 0,48 эВ взаимодействий [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Для соединений данной серии, так же как и многих других соединений 5f элементов, особенности электронной структуры связаны с наличием сильных кулоновских корреляций, сравнимых по величине с шириной 5f зоны. При этом сильное спин-орбитальное взаимодействие (СОВ) имеет величину порядка обменного взаимодействия, поэтому магнитное состояние определяется конкуренцией этих двух взаимодействий. Для учета всех перечисленных типов взаимодействий в исследовании применялся зонный метод LDA + U + SO, в котором одновременно учитываются кулоновское взаимодействие и СОВ [3, 4]. В данной работе представлены результаты исследования электронной структуры и магнитного состояния соединений $PuCoGa_5$ и $PuNiGa_5$ под давлением в модели всестороннего сжатия ячейки в рамках LDA + U + SO. В расчетах спиновый момент для ионов Pu в $PuNiGa_5$ при приложении давления уменьшался с 1,17 [4] при нормальном давлении до 0,6 в случае объема, равного 0,58, от равновесного объема ячейки при нормальном давлении, что соответствовало падению полного момента в два раза с 0,22 до 0,11. Эффективный момент ионов Pu в $PuNiGa_5$, вычисленный из закона Кюри – Вейсса, можно оценить, исходя из промежуточного типа связи как 0,47 магнетона Бора при нормальном давлении [4] и 0,25 магнетона Бора при 0,58 равновесного объема. Таким образом, для рассмотренного нами диапазона объемов элементарной ячейки $PuNiGa_5$ величина эффективного магнитного момента ионов Pu в $PuNiGa_5$, оцененная из закона Кюри – Вейса и промежуточного типа связи уменьшается практически в 2 раза.

Полная и парциальные плотности состояний N для соединения $PuNiGa_5$ приведены на рис. 1. Рассчитанные для соединения $PuNiGa_5$ в рамках метода LDA + U + SO кривые приведены для значений объема элементарной ячейки 0,96 V_0 – объема при нормальном давлении (верхний рисунок), 0,82 V_0 (центральный рисунок) и 0,58 V_0 (нижний рисунок). Уровень Ферми соответствует нулю на шкале энергий E (эВ). Из приведенных рисунков видно, что электронная структура 5f состояний Pu расщепилась на две подзоны – заполненную ниже уровня Ферми, с величиной полного момента 5/2, и подзону с 7/2, заполненную незначительно. Проведенный нами анализ матриц заселенности 5f оболочки ионов Pu показал, что электронная конфигурация всех исследованных соединений близка к f^6, но тип связи близок к промежуточному.

На верхнем рисунке полная (темная пунктирная кривая) и парциальные Pu плотности состояний, которые показаны залитой серой областью от –2 до 0 эВ и широким пиком с центром в районе 4 эВ выше уровня Ферми, дают основной вклад в плотность состояний. Серая кривая с основной плотностью состояний от –1 до –4 эВ соответствует электронным состояниям Ni. Видно, что для центрального и нижнего рисункам, соответствующим случаям сильного всестороннего сжатия ячейки $PuNiGa_5$ происходит увеличение ширины Pu, Ni и других электронных состояний до 5 эВ в случае заполненной и пустой частей 5f состояний Pu в объеме 0,58 равновесного объема при нормальных условиях.

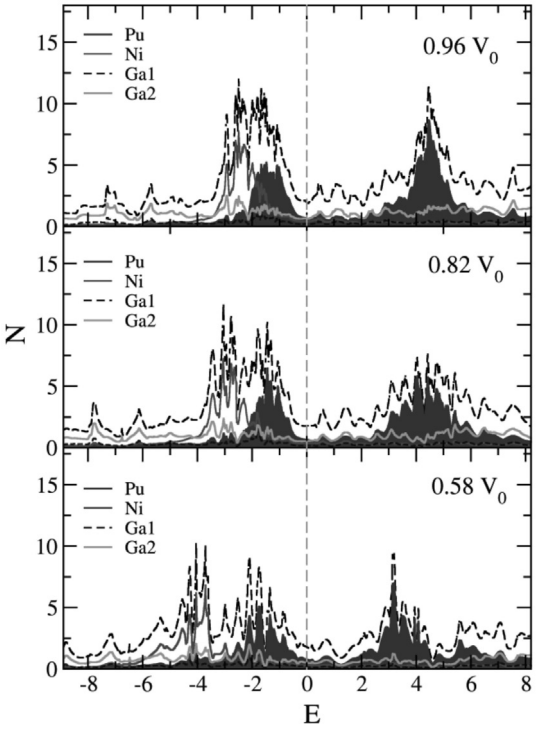


Рис. 1. Полная (темная пунктирная кривая) и парциальные Pu (серые области от –2 до 0 эВ и до 4 эВ выше уровня Ферми), Ni (серая кривая), Ga1 (мелкий пунктир) Ga2 (светлая кривая) плотности электронных состояний N (состояний/эВ на формульную единицу), рассчитанные для соединения $PuNiGa_5$ в рамках метода LDA + U + SO для значений объема элементарной ячейки 0,96 V_0 – объема при нормальном давлении (верхний рисунок), 0,82 V_0 (центральный рисунок) и 0,58 V_0 (нижний рисунок). Уровень Ферми соответствует нулю на шкале энергий E (эВ)

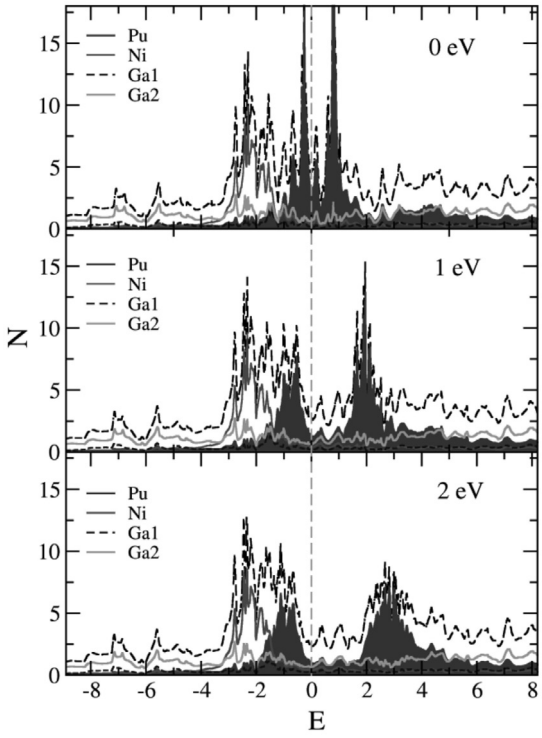


Рис. 2. Полная (темная пунктирная кривая) и парциальные Pu (серые области от –2 до 0 эВ и до 4 эВ выше уровня Ферми), Ni (серая кривая), Ga1 (мелкий пунктир) Ga2 (светлая кривая) плотности электронных состояний N (состояний/эВ на формульную единицу), рассчитанные для соединения $PuNiGa_5$ в рамках метода LDA + U + SO для значений параметра U, равного 0 эВ (верхний рисунок), 1 эВ (центральный рисунок) и 2 эВ (нижний рисунок). Уровень Ферми соответствует нулю на шкале энергий E (эВ)

На рис. 2 приведены полученные результаты исследования влияния силы электронных корреляций на электронную структуру исследованного соединения $PuNiGa_5$ – для этого проведены расчеты для серии значений (0, 1, 2 эВ) параметра кулоновского взаимодействия U в 5f оболочке Pu. Полная (темная пунктирная кривая) и парциальные Pu (серые области от –2 до 0 эВ и до 4 эВ выше уровня Ферми), Ni (серая кривая), Ga1 (мелкий пунктир) Ga2 (светлая кривая) – плотности электронных состояний N.

При повышении значения данного параметра увеличивается расстояние между пустыми и заполненными электронными состояниями Pu с 1 эВ для значения параметра U, равного 0 эВ (верхний рисунок), до 4 эВ для значения параметра U, равного 2 эВ (нижний рисунок). Эта величина включает спин-орбитальное расщепление между уровнями и обменное взаимодействие. Уровень Ферми соответствует нулю на шкале энергий E (эВ). При этом состояния никеля и галлия практически не сдвигаются, располагаясь преимущественно от –4 до 0 эВ в случае никеля и по всему энергетическому интервалу в случае Ga2.

Заключение

При помощи первопринципных самосогласованных расчетов исследованы изменения электронной структуры и магнитного состояния интерметаллида $PuNiGa_5$ при всестороннем сжатии элементарной ячейки. Проведены расчеты электронной структуры данного интерметаллида в рамках первопринципного метода LDA + U + SO с учетом сильных электронных корреляций в 5f оболочке ионов плутония. Проведенный анализ электронной структуры показал, что

при уменьшении объема ячейки интерметаллида $PuNiGa_5$ вследствие всестороннего сжатия происходит увеличение ширины зон электронных состояний. Эффективный момент ионов Pu в $PuNiGa_5$, вычисленный из закона Кюри – Вейсса, был оценен, исходя из промежуточного типа связи. При всестороннем сжатии элементарной ячейки в $PuNiGa_5$ эта величина значительно уменьшается. Также проведены расчеты для исследования влияния силы электронных корреляций на электронную структуру соединения $PuNiGa_5$. Для чего были проведены расчеты для серии значений (0, 1, 2 эВ) параметра кулоновского взаимодействия в 5f оболочке актиноидного металла, которые показали постепенное увеличение расстояния между пустыми и заполненными электронными состояниями Pu, которое также определяется величинами спин-орбитального расщепления и обменного взаимодействия данных электронных состояний.

Работа выполнена по проекту № 18-10-2-6 комплексной программы УрО РАН.

Список литературы

1. Sarrao J.L., Morales L.A., Thompson J.D., Scott B.L., Stewart G.R., Wastin F., Rebizant J., Boulet P., Colineau E., Lander G.H. Plutonium-based superconductivity with a transition temperature above 18K. Nature. 2002. Vol. 420. P. 297–299.

2. Stewart G.R. Unconventional superconductivity. Adv. Phys. 2017. Vol. 66. P. 75–196.

3. Lukoyanov A.V., Shorikov A.O., Bystrushkin V.B., Dyachenko A.A., Kabirova L.R., Tsiovkin Yu.Yu., Povzner A.A., Dremov V.V., Korotin M.A., Anisimov V.I. Electronic structure and magnetic state of transuranium metals under pressure. J. Phys.: Condens. Mater. 2010. Vol. 22. № 49. P.4955011–49550115.

4. Лукоянов А.В., Шориков А.О., Анисимов В.И., Дремов В.В. Электронная структура и магнитные свойства соединений класса $PuMGa_5$ в рамках метода LDA + U + SO // Письма в ЖЭТФ. 2012. Т. 96. № 7. С. 499–503.

5. Griveau J.-C., Colineau T. Superconductivity in transuranium elements and compounds. C.R. Phys. 2014. Vol. 15. P. 599–615.

6. Sarrao J.L., Bauer E.D., Mitchell J.N., Tobash P.H., Thompson J.D. Superconductivity in plutonium compounds. Phys. C. 2015. Vol. 514. P.184–188.

7. Boulet P., Colineau E., Wastin F., Rebizant J., Javorsky P., Lander G.H., Thompson J.D. Tuning of the electronic properties in $PuCoGa_5$ by actinide (U, Np) and transition-metal (Fe, Rh, Ni) substitutions. Phys. Rev. B. 2005. Vol. 72, № 10. P.1045081–1045088.

УДК 544.431:544.45

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНЕРГИЗМА ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРОВ (ЭТАНОЛА И ПРОПАНА) НА ВОСПЛАМЕНЕНИЕ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОЙ СМЕСИ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА НА ПЕРВОМ ПРЕДЕЛЕ

Брауэр Г.Б.

ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова», Черноголовка, e-mail: gbr@ism.ac.ru

Наблюдаемые скорости реакций горения газов обеспечиваются участием высокоактивных промежуточных частиц: свободных атомов и радикалов, регенерирующихся и размножающихся в цепном процессе. Цепной механизм создает реальные возможности эффективного управления горением, взрывом и детонацией с помощью специальных присадок – ингибиторов, поскольку последние эффективно влияют на конкуренцию реакций размножения и гибели носителей цепей и, значит, на весь процесс в целом. Среди проблем ингибирования важное место занимает вопрос об использовании смесей ингибиторов для предотвращения воспламенения и горения газов, благодаря наблюдаемому синергизму действия. Исследовано влияние примесей C_3H_8, C_2H_5OH и их смесей на воспламенение стехиометрической смеси водорода и кислорода на первом пределе. Экспериментальные значения изменения предела воспламенения из-за синергизма действия смеси ингибиторов сравниваются с рассчитанными на основании значений измеренных кинетических констант при воздействии каждого ингибитора в отдельности. Показано, что реальное действие сложного ингибитора оказывается более эффективным, чем оценка, полученная сложением ординат входящих в его состав одиночных ингибиторов. Получено удовлетворительное совпадение эксперимента и расчета неаддитивного влияния смесей ингибиторов (пропана и этилового спирта) на значение первого предела воспламенения гремучей смеси, что может свидетельствовать о правильности применяемых подходов.

Ключевые слова: этанол, пропан, ингибитор, гремучая смесь, предел воспламенения, константа скорости ингибирования, синергизм

EXPLANATION SYNERGISM INHIBITORS (ETHANOL AND PROPANE) ON IGNITION OF A STOICHIOMETRIC MIXTURE OF HYDROGEN AND OXYGEN ON THE FIRST LIMIT

Brauer G.B.

Institute of Structural Macrokinetics and Materials Science Russian Academy of Sciences (ISMAN), Chernogolovka, e-mail: gbr@ism.ac.ru

The chain mechanism creates real opportunities for effective control of combustion, explosion and detonation with the help of special additives – inhibitors, since the latter effectively influence the competition of the reproduction and death of chain carriers, and, therefore, the whole process. Among the problems of inhibition occupies an important place the question of the use of mixtures of inhibitors to prevent ignition and combustion of gases, due to the observed synergism of action. The effects of impurities C_3H_8, C_2H_5OH and their mixtures on the ignition of a stoichiometric mixture of hydrogen and oxygen at the first limit were investigated. The experimental values of the change in the ignition limit due to the synergistic effect of the mixture of inhibitors are compared with those calculated based on the values of the measured kinetic constants when exposed to each inhibitor separately. It is shown that the real action of a complex inhibitor is more effective than the estimate obtained by adding the ordinates of its constituent single inhibitors. A satisfactory agreement was obtained between the experiment and the calculation of the non-additive effect of mixtures of inhibitors (propane and ethyl alcohol) on the value of the first ignition limit of an explosive mixture, which may indicate the correctness of the approaches used.

Keywords: ethanol, propane, inhibitor, explosive mixture, ignition limit, inhibition rate constant, synergism

Актуальность исследований предотвращения горения и взрыва газов определяется как новыми проблемами теории этих процессов, так и широким использованием их в технике и соответствующим увеличением количества случаев разного рода техногенных катастроф. Особый интерес к проблемам ингибирования газофазных процессов возник после того, как выяснилось, что наука о горении газов вплоть до настоящего времени сохраняет некоторую неопределенность в подходах. «Дуализм» встречается в работах Н.Н. Семенова, из которых исторически сложилась и развилась макрокинетика. В конце 1920-х – начале 1930-х гг. Н.Н. Семенов опубликовал несколько статей с несколько противоположным содержанием: цепная теория цепей, основанная на отслеживании размножения и уменьшении промежуточных продуктов активных радикалов. Другая серия работ привела к развитию так называемой «тепловой теории» горения Зельдовича и Франка-Каменецкого [1]. Слово «тепловая» подчеркивает, что основной механизм поддержания ускоряющих физико-химических процес-

сов обусловлен температурной зависимостью Аррениуса. Кстати, в этом году исполняется 130 лет с того времени, как Сванте Аррениус опубликовал уравнение, сыгравшее важную роль в истории науки XX века. Уравнение (далее УА) имеет вид

$$k = \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \qquad (1)$$

где A – предэкспонент, E – энергия активации, а R и T, как обычно – газовая постоянная и температура. Интересно, что Аррениус не предлагал для его обоснования никаких теоретических гипотез или объяснений, а просто выбрал его из нескольких вариантов, предлагаемых для описания сугубо химико-технологического процесса очистки тростникового сахара. Эта очень простая по форме записи и сути формула оказалась удивительно интересной и плодотворной. Использование уравнения Аррениуса контрастирует с «цепным» механизмом, основанным на рассмотрении элементарных реакций, ответственных за горение газов. Дело в том, что реакции между валентно-насыщенными молекулами имеют энергии активации значительно больше (на десятки кДж / моль и более) по сравнению с реакциями с участием свободных атомов и радикалов. В реальных системах механизм взаимодействия определяется быстрыми реакциями цепных носителей и тем, насколько быстро они размножаются и гибнут. Однако желание упростить анализ систем уравнений для физических и химических процессов горения, иногда используя аналитические методы (включая упрощенные методы интегрирования экспонент), привело к тому, что стали использоваться выражения для аррениусовской скорости химической реакции для реакций нулевого или первого порядка. Часто они дают бессмысленные энергии активации и предэкспоненциальные факторы, выбранные только для удовлетворения экспериментальных данных, но не дают реального описания процессов горения [2]. Этот подход получил широкое распространение под названием «глобальный кинетический механизм». Например, в [3] для горения метана с кислородом используется эмпирическая одностадийная кинетическая схема. Кинетические параметры выбраны из экспериментально измеренной скорости пламени, что позволило провести расчеты двух- и трехмерных потоков, в том числе турбулентных. Следует также отметить, что даже академик Н.Н. Семенов отверг правильную концепцию для цепного механизма реакции водорода и кислорода на третьем пределе воспламенения. Согласно «новой» версии, представленной в монографии Семенова [4], он принял, что расчеты Франка-Каменецкого константы Аррениуса, взятые из эксперимента, также хорошо описывают реакцию при высоких давлениях. Фактически данные Франка-Каменецкого были получены обработкой экспериментальных результатов при помощи аррениусовской анаморфозы. Этот пример демонстрирует один из, как правило, безуспешных подходов к моделированию физико-химических процессов. Если анализ экспериментальных данных осуществляется исключительно с использованием гипотезы Аррениуса, то получается порочный круг [5]. Все это привело к тому, что изучение различных аспектов ингибирования горения газовых смесей, в частности эффекта синергизма одновременного действия нескольких присадок. Обычно эффектом синергизма ингибиторов называется экспериментально установленное смещение пределов воспламенения газовых смесей на величину большую, чем смещение пределов, от суммирования действия каждой присадки отдельно. При этом кроме общих слов о цепном процессе не приводится конкретных объяснений, почему и данный эффект возникает [6].

Согласно методике, описанной в работе [7], где изучался эффект ингибирования воспламенения стехиометрической смеси водорода и кислорода на первом пределе при помощи присадок этанола, изучить действие присадок другого ингибитора (пропана) и смесей этих ингибиторов (этанола и пропана). Экспериментальные результаты сравниваются с расчетными, делаются выводы.

Материалы и методы исследования

Определялись первые пределы самовоспламенения горючей смеси с малыми присадками веществ, реакция которых с носителем цепей подлежат изучению. Эксперимент проводился на установке, схематически представленной на рис. 1 [7]. Электрическая печь 1 с терморегулятором 7, обеспечивала постоянство заданной температуры. Давление контролировалось при помощи мембранного датчика МС2000 с точностью до 10 н/м^2. Температура измерялась термопарой 8. В нагретый реактор 2 из перепускного объема 6 быстрым поворотом крана впускали заданную порцию исследуемой смеси. Воспламенение регистрировалось по вспышке хемилюминесценции, визуально через кварцевое окно 9.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 2 представлены измеренные первые пределы смеси $2H_2 + O_2$ с различными присадками пропана и сложных ингибиторов (смесей этанола и пропана), а также первые пределы при ингибировании этанолом [7].

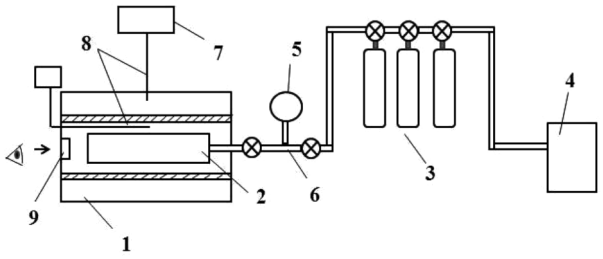


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – электрическая печь, 2 – кварцевый реактор, 3 – баллоны с газовой смесью, 4 – форвакуумный насос, 5 – датчик давления, 6 – перепускной объем, 7 – терморегулятор, 8 – термопары, 9 – кварцевое окно для фиксации вспышки [7]

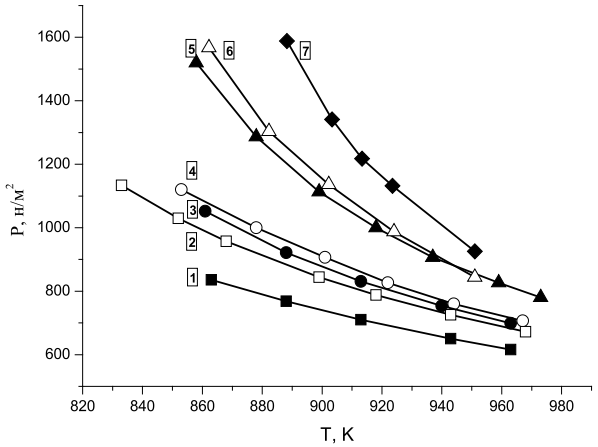


Рис. 2. Экспериментально измеренные первые пределы воспламенения стехиометрической смеси водорода с кислородом с различными добавками 1 – без добавок [7], 2 – 0,66% этанола [7], 3 – 1% этанола [7], 4 – 0,1% пропана, 5 – 0,2% пропана, 6 – смесь 0,1% пропана и 0,66% этанола, 7 – смесь 0,1% пропана и 1% этанола

Известно [2], что первый предел воспламенения гремучей смеси достигается при равенстве скорости размножения атомов H, равной $2k_2[O_2][H]$ и скорости гетерогенной гибели этих атомов на стенках реактора $k_4[H]$. Концентрация $[O_2]$ рассчитывается по температуре и давлению смеси. Диффузия в диффузионной области определяется константой k_4, которая для цилиндрического реактора диаметром *d* равна

$$k4 = (23,2 / d^2)D\left(\frac{T}{293}\right)^{1,6}(10^5 / P) = k_4' T^{1,6} / P, \quad (2)$$

где *D* – коэффициент диффузии атомов H при $T = 293$ K и $P = 100$ кПа, – $2,4 \times 10^{-4}$ м^2/с.

В присутствии ингибитора уравнение предела запишется в следующем виде:

$$2\ k2[O2] = k4 + king[Ing]. \quad (3)$$

Эксперименты с одиночными ингибиторами позволяют рассчитать методами, изложенными в [7] входящие в уравнения константы k2, и king (таблица).

Для смеси ингибиторов уравнение (2) записывается следующим образом:

$$2\ k2[O2] = k4 + king1[Ing1] + king2\ [Ing2]. \quad (4)$$

Рассчитанные из экспериментов значения кинетических констант

Реакция	H + O2 = OH + O	H + C2H5OH	H + C3 H8
	k2 [6]	$king_{C2H5OH}$ [6]	$king_{C3H8}$
k, см^3/(мол·с)	$5 \cdot 10^{-10} \exp\left(-\frac{8370}{T}\right)$	$8,1 \cdot 10^{-12} \exp\left(-\frac{2100}{T}\right)$	$1,2 \cdot 10^{-10} \exp\left(-\frac{3650}{T}\right)$

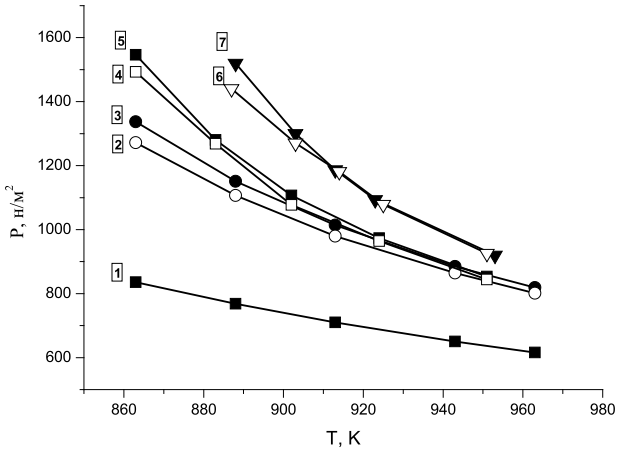


Рис. 3. Сравнение результатов экспериментов по ингибированию сложными присадками: 5 – смесь 0,1% пропана и 0,66% этанола и 7 – смесь 0,1% пропана и 1% этанола с расчетами по формуле (3): 4, 6 соответственно и оценок действия этих смесей, полученных сложением ординат смещения пределов из-за ингибирования одиночными присадками (кривые 2, 3, 4 – рис. 2): 2, 3 соответственно 1 – H_2 без добавок [7]

Так как все входящие в уравнение (4) константы измерены в экспериментах с одиночными ингибиторами (таблица), то можно рассчитать теоретические кривые P(T), сделать вывод о правильности представлений о независимом действии ингибиторов, рассчитать синергетический эффект, а также сравнить, насколько отличаются экспериментальные результаты действия сложного ингибитора и оценок путем механического сложения ординат смещения пределов при одиночных присадках (этанол и пропан). Эти результаты представлены на рис. 3.

Заключение

Хорошее совпадение результатов экспериментов по ингибированию сложными присадками с расчетами по формуле (4) с использованием констант, полученных из экспериментов с одиночными присадками (таблица) говорит о правильности представлений о механизмах ингибирования смесей водорода с кислородом [6]. Наглядно показано, как возникает так называемый синергетический эффект совместного действия ингибиторов, заключающийся в превышении эффекта действия сложной присадки по сравнению с механической суммой действия одиночных присадок. При этом ингибиторы действуют независимо друг от друга, и между ними нет химического взаимодействия. Практический вывод из данной работы заключается в перспективности использования сложных ингибиторов, состоящих из смеси нескольких веществ. Представляется интересной возможность использования конденсированных веществ, пары которых могут быть дополнены газообразными ингибиторами для получения необходимого эффекта ингибирования. Поиски подобных комбинаций являются интересным направлением дальнейших исследований.

Список литературы

1. Зельдович Я.Б., Франк-Каменецкий Д.А. Теория термического распространения пламени // Журн. физической химии. 1938. Т. 12. № 1. С. 100–105.

2. Азатян В.В. Цепные реакции в процессах горения, взрыва и детонации газов. М.: Редакционно-издательский отдел ИПХФ РАН, 2017. 448 с.

3. Poinsot T., Veynante D. Theoretical and Numerical Combustion. Third Edition. Erdwards. 2012. 229 p.

4. Семенов Н.Н. Избранные труды. М.: Наука, 2005. Т. 3. 499 с.

5. Brauer G.B. On the Anniversary of the Phenomenon of «Solid Flame» about Some Features of Modern Practice of the Theoretical Description of Combustion Processes. Asian Journal of Physical and Chemical Sciences. 2017. № 3(3). P. 1–11. ISSN 2456-7779. DOI: 10.9734/AJOPACS/2017/36523.

6. Азатян В.В., Балаян Г.В., Прокопенко В.М., Чапышева Н.В., Абрамов С.К. Синергизм в процессах горения // Кинетика и катализ. 2016. Т. 57. № 5. С. 6–591. DOI: 10.7868/S0453881116050038.

7. Brauer G.B., Pugachev D.V., Azatyan V.V. Selective determination of rate constants of reactions // Russian Journal of Physical Chemistry A. 2016. Vol. 90. No. 5. P. 922–925. ISSN 0036-024. DOI: 10.7868/S0044453716050101.

УДК 661.12

РАЗРАБОТКА СОСТАВА СОЛНЦЕЗАЩИТНОГО СРЕДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЯ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Гвинджилия С.А., Цинцадзе Т.Г., Явич П.А., Габелая М.А.

Грузинский технический университет, Тбилиси, e-mail: salomegvinjilia90@gmail.com

На основании исследования методом УФ-спектрофотометрии солнцезащитного действия ряда масел и экстрактов растительного происхождения, в основном из растений, произрастающих в Грузии, в том числе интродуцированных (изучено масло виноградное *Oleum vitisi viniferae*, масло шиповника *oleum Rosae (pingue)*, масло оливковое, получаемое из плодов оливы европейской *Olea europaea*, сухие экстракты из листьев зеленого чая *Camellia sinensis*, семян и выжимок плодов винограда *Vitis rotundifolia*, цветков и соцветий календулы *Calendula officinalis* L., цветков ромашки аптечной *Matricaria recutita*, листьев гинко билоба *Ginkgo biloba*, соцветий бессмертника песчаного *Helichrysum arenarium*) отобраны некоторые из них. На основании полученных данных для создания крема, защищающего от солнечного излучения, использованы вещества, выделяемые из ряда растений, произрастающих в Грузии – масло виноградное, глицериновые экстракты листьев зеленого чая, семян и выжимок плодов винограда, цветков и соцветий ромашки аптечной. Изучение УФ-спектрофотометрических характеристик, ряда физико-химических и технологических показателей крема (внешний вид, запах, pH, легкость нанесения, осмотическая активность, степень биодоступности, сохранение стабильности во время хранения, возможность проявления раздражения либо аллергических реакций при нанесении на кожу) показало соответствие существующим требованиям. Нанесение крема рекомендуется непосредственно перед контактом с солнечным излучением, особенно лицам, имеющим склонность к заболеванию акне в любой форме.

Ключевые слова: солнце, защита, растения, масла, экстракты

DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION OF SUNSCREEN USING PLANT MATERIALS GROWN IN GEORGIA

Gvindzhiliya S.A., Tsintsadze T.G., Yavich P.A., Gabelaya M.A.

Georgian Technical University, Tbilisi, e-mail: salomegvinjilia90@gmail.com

On the basis of the study of the protective effect of a number of oils and extracts of plant origin, mainly from plants grown in Georgia, including those introduced (olive oil obtained from European olive oil Olea europaea, grape Oleum vitisi viniferae and rosehip oleum Rosae (pingue) , dry extracts from the leaves of green tea Camellia sinensis, seeds and pomace of fruits of the grapes Vitis rotundifolia, flowers and inflorescences of calendula Calendula officinalis L., chamomile flowers of Matricaria recutita, leaves of ginkgo biloba Ginkgo biloba, inflorescences of immortelle sandy Helich rysum arenarium) by spectrophotometry. On the basis of the data obtained, which showed a wide range of protective effects, the substances extracted from a number of plants growing in Georgia-grape oil, glycerin extracts of green tea leaves, seeds and pomace of grapes, flowers and chamomile inflorescences, were used to create a cream protecting from sunlight. The study of the spectrophotometric characteristics, a number of physico-chemical and technological parameters of the cream (appearance, odor, pH, the possibility of spreading, osmotic activity, the degree of bioavailability, storage stability, the possibility of irritation or allergic reactions when applied to the skin), which showed compliance with existing requirements. It is recommended to apply the cream immediately before contact with solar radiation, especially to people who are prone to acne in any form.

Keywords: sun, protection, plants, oils, extracts

Действие солнечного света на организм человека может вызывать различные заболевания, в связи с этим появляется необходимость в разработке соответствующих защитных средств [1, 2]. Международная классификация устанавливает следующую номенклатуру солнечного излучения:

1. Инфракрасное излучение – 760–2600 нм, его отрицательное воздействие связано с тепловым эффектом, так как возможно перегревание организма с развитием теплового или солнечного удара.

2. Видимое излучение – 400–760 нм, которое воздействует на кожу (проникает на глубину 2,5 см) и глаза. Кожа неодинаково поглощает видимые лучи. Красные лучи проникают на глубину 2,5 см в количестве 20%, фиолетовые до 1%.

3. Ультрафиолетовое излучение – на границе с атмосферой 400–100 нм, на поверхности земли – 400–290 нм. Оно подразделяется:

а) на ультрафиолетовые лучи группы С. UVC-длина волны – 100–280 нм, достигают поверхности Земли благодаря озоновому слою;

б) ультрафиолетовые лучи группы В. UVB-длина волны 280–320 нм. Менее 10% всего ультрафиолетового излучения, проходит сквозь озоновый слой, вызывая старение кожи, ожоги, возможное подавление иммунной системы и повреждения структуры ДНК, может вызвать рак кожи;

в) ультрафиолетовые лучи группы А, UVA-излучение, длина волны 320–400 нм, они составляют около 90% общего ультрафиолетового излучения. Есть мнение, что данный тип не так опасен, как UVB-излучение, однако он также является причиной солнечных ожогов и фактором подавления иммунной системы [3–5].

Цель исследования: разработка состава солнцезащитных средств с использованием веществ растительного происхождения не влияющих на состояние кожи. Известно, что недостатком большинства солнцезащитных средств, особенно синтетического и минерального происхождения, является то , что они, например, блокируют УФ-лучи группы В, но при этом не защищают кожу от УФ-лучей группы А, несмотря на вид применяемых солнцезащитных фильтров (физические, химические). Последние в зависимости от конкретного используемого вещества (ацетилсалициловая кислота и ее соли, авобензон, мексорил SX и XL, тиносорб S и M и т.п.) способны поглощать UV-излучение и блокировать его проникновение внутрь кожи, защищая в определенной мере либо от UVA, либо от UVB, либо при комбинации средств, от обоих типов лучей, но необходимо учитывать, что их применение способно вызвать аллергию и развитие купероза. Поэтому необходима разработка солнцезащитных средств с использованием веществ растительного происхождения, не влияющих на состояние кожи [6], в совокупности с растительными экстрактами, способными, с одновременным увеличением диапазона защиты, не только защищать кожу от проникновения солнечного излучения, но и питать и улучшать ее структуру. Наличие в экстрактах природных антиоксидантов – витаминов, фенольных групп и других компонентов, способствует подавлению свободнорадикальных механизмов, возникающих при облучении [7].

Материалы и методы исследования

При проведении данного исследования в качестве объектов, с ориентацией на литературные данные, были использованы растительные масла – оливковое, получаемое из плодов оливы европейской *Olea europaea*, виноградное *Oleum vitisi viniferae* и шиповника *oleum Rosae* (pingue), сухие экстракты листьев зеленого чая *Camellia sinensis*, выжимок плодов винограда *Vitis rotundifolia*, цветков и соцветий календулы *Calendula officinalis* L. и ромашки аптечной *Matricaria recutita*, листьев гинкго билоба *Ginkgo biloba*, соцветий бессмертника песчаного *Helichrysum arenarium*. Проводилось их спектроскопическое исследование с использование спектрофотометров AVASPEC-2048 FIBER OPTIC SPECTROMETER'' и CECIL CE9500 Aquarius'.

Результаты исследования и их обсуждение

С учётом относительно низкой солюбилизационной способности водных и спиртовых растворов сухих экстрактов с кожей, особенно жирной и проблемной, и потерь при растворении, использовались глицериновые экстракты. Судя по полученным результатам, при растворении подобных сухих экстрактов в глицерине, содержание их в необходимом количестве растворителя достигает 32–36%. Спектрофотометрическое исследование глицериновых экстрактов вышеуказанных растений, помещенных между двумя кварцевыми пластинами (толщина слоя экстракта 0,2 мм), показало, что благодаря достаточно высокому содержанию фенольных соединений, некоторые из них обладают способностью к поглощению УФ-излучения в пределах в среднем до 320–350 нм. УФ-спектры экстракта цветков ромашки аптечной, экстракта выжимок плодов винограда, экстракта листьев зеленого чая приведены на рис. 1–3.

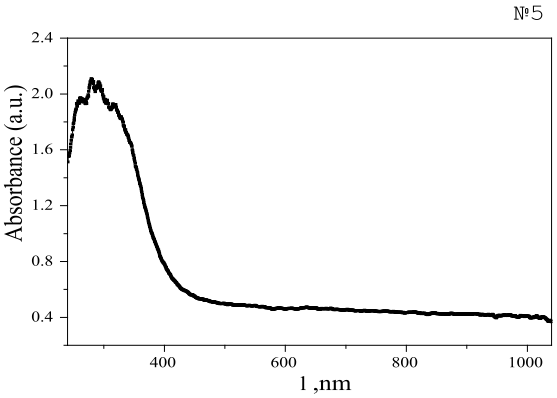


Рис. 1. УФ-спектр экстракта цветков ромашки аптечной

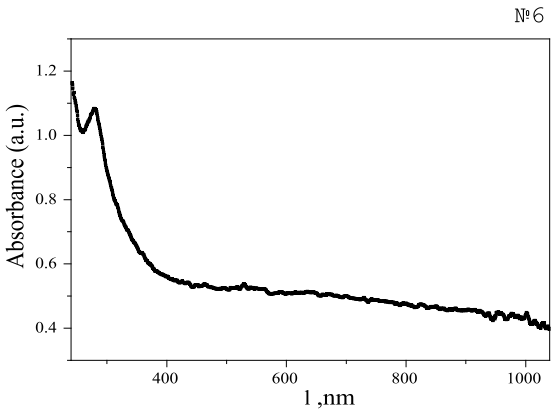


Рис. 2. УФ-спектр экстракта выжимок плодов винограда

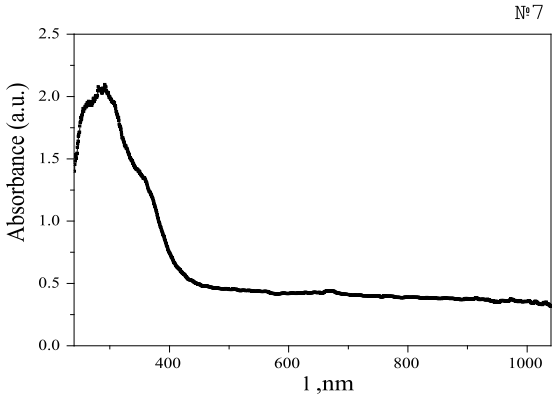


Рис. 3. УФ-спектр экстракта листьев зеленого чая

Это позволяет сделать вывод, что они способны достаточно хорошо блокировать лучи группы В, но величина поглощения UVA-излучения незначительна. Следует отметить, что нанесение подобных глицериновых экстрактов в количествах необходимых для защиты кожи затруднительно из-за медленного впитывания и легкого стекания с кожи. На основании вышеизложенного использование непосредственно глицериновых экстрактов из растений для защиты кожного покрова от УФ-излучения не представляется целесообразным.

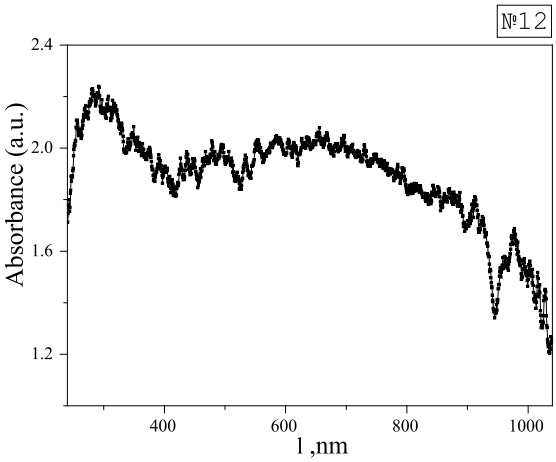


Рис. 4. УФ-спектр крема, содержащего сумму экстрактов выжимок плодов винограда и листьев зеленого чая

Более целесообразным является применение мягкой лекарственной формы. При разработке вариантов рецептуры состава основы солнцезащитного крема использовались все вышеуказанные растительные масла в определенных комбинациях. Изучение их солнцезащитных свойств проводилось так же методом спектрофотометрии образца основы крема находящегося между двумя кварцевыми стеклами, толщина слоя крема составляла 0,4 мм. Результаты экспериментов показали, что комбинация масла и основы позволяет увеличить диапазон защитного действия, при этом появляется возможность предохранения организма и от части видимого излучения (рис. 4).

Активность виноградного и оливкового масел (по сравнению с маслом шиповника) сравнительно одинакова, но учитывая наличие литературных данных об антиоксидантном эффекте масла виноградных косточек, который способствует повышению устойчивости к радиации и защите от онкологических заболеваний, его использование более целесообразно [8]. В состав крема, ориентируясь как на литературные, так и на данные спектроскопического изучения, были введены следующие глицериновые экстракты в количестве до 5 %:

1. Сухой экстракт зеленого чайного листа, содержащий полифенольные соединения катехины – эпикатехин, эпикатехин галлат, эпигаллокатехин, эпигаллокатехин-3-галлат; продукты полимеризации катехинов – эллаготанины – 10 %; кофеин – 6 %, теобромин; флавоноиды – кверцетин, мирицетин, кемпферол, специфические аминокислоты – теанин, аминокислоты – аргинин и аминомасляная кислота; назначительное количество салициловой кислоты, галловая. Подобный состав определяет основные свойства экстракта зеленого чая – антиоксидантные и солнцезащитные, что способствует уменьшению уровня негативных последствий, инициируемых действием на кожу ультрафиолетовых лучей диапазона UVB и UVA, в частности снижению величин перекисного окисления липидов и разрушения фибриллярных белков коллагена и эластина [9].

2. Сухой экстракт винограда. По данным литературы в нем идентифицированы вещества фенольной природы (проантоцианидины, танин, галловая кислота, катехины, эпигаллокатехингаллат, хлорогеновая кислота, эпикатехин, кофейная кислота, лютеолин-7-глюкозид, гиперозид, резвератрол, кверцетин-глюкуронид, лютеолин, апигенин и др.) Все эти соединения обладают как антиоксидантной активностью, так и способностью защитить кожу от ультрафиолетового излучения. Проантоцианидины – конденсированные таннины, являются мощными антиоксидантами с активностью в среднем в 20 раз выше, чем у витамина С, и в 50 раз выше, чем у витамина Е. Суммарное содержание проантоцианидинов в экстракте семян

и гребней грозди винограда составляет более 50 %, содержание ресвератрола порядка 0,009 % [10].

3. Сухой экстракт ромашки аптечной, полученный из цветков и соцветий растения, содержит флавоноиды, жирные кислоты, терпеноиды, токоферолы, фитостерины, дубильные вещества, органические кислоты, витамин С и эфирные масла. Подобный компонентный состав способствует его противовоспалительному, антисептическому и тонизирующему действиям [11]. Содержание глицерина в креме составляет 10–12 %, что обеспечивает его увлажняющий эффект.

Наличие антиоксидантных свойств у масла из виноградных косточек, так же как у экстрактов зеленого чая и винограда, позволяет сделать заключение о наличии у крема определенной величины иммунозащитного фактора, т.е. крем может быть ключевым элементом иммунной системы кожи после вредного воздействия окружающей среды. Это эффективная защита клеток Лангерганца и других внутренних структур кожи от солнечного излучения, нейтрализация свободных радикалов. Учитывая необходимость наличия в креме экстрактов растений, которые обладают свойствами смягчать кожу и оказывать лечебное действие при возможных ожогах и раздражениях в случае длительного нахождения на солнечном свете, использован глицериновый экстракт ромашки.

Исследование физико-химических свойств кремов проводилось согласно соответствующей нормативной документации [12]. По внешнему виду это однородная масса, не содержащая посторонних примесей, белого с бурым оттенком цвета, с характерным запахом, свойственным запаху использованной отдушки. Содержание воды достигает 64 %, что целесообразно с учетом направленности его использования, pH в пределах 4,9–5,3. Крем по термо- и коллоидной стабильности удовлетворяет требованиям ГОСТа. Определение степени намазываемости проводили по методике [13]. Измерение диаметров образовавшихся пятен (40–45 мм) показало, что крем должен достаточно легко наноситься на кожу, что подтверждается проверкой на группе добровольцев (авторы статьи). Осмотические свойства крема изучали на модели диализа (по Кручинскому) в стеклянной трубке диаметром 30 мм, один конец которой закрыт диализной целлофановой пленкой толщиной 0,40 мм. Температура при проведении эксперимента 37 °С. Величину осмотической активности в процентах к первоначальной массе крема определяли через 1 час; 2 часа; 4 часа; 6 часов; 8 часов. Судя по полученным результатам в течение первых 4-х часов осмотическая активность составила не более 75–78 %, к 8 часу увеличилась до 130 %. Учитывая время активного использования крема (нахождение на солнце в среднем не более 4 часов с дальнейшим смывом), величину осмотической активности следует считать удовлетворительной. Исследование биодоступности изучалось методом диффузии в 10 % желатиновый гель в течение 24 ч при температуре 37^0, величина окрашенной зоны составляла в среднем до 1,0 см. Время стабильности кремов определяли по их агрегативной устойчивости и отсутствию плесени. Эти параметры оставались неизменными в течение 1,5 лет хранения образцов. По визуальным наблюдениям разработанный крем хорошо впитывается, не оставляя на коже жирного блеска, смягчает, увлажняет, повышает упругость и эластичность кожи, нормализует жировой баланс. При нанесении крема дважды (утром и вечером) в течение 5 дней на внутренний сгиб локтевого сустава добровольцев не наблюдалось раздражения либо аллергических реакций.

Выводы

Разработана рецептура крема, проявляющего УФ-защитную активность практически во всей области ультрафиолетового излучения солнца и частично видимого. Крем удовлетворяет как требованиям ГОСТа 31460-2012 (Кремы косметические. Общие технические условия Межгосударственный стандарт) в течение 1,5 лет хранения., так же и ряду других физико-химических показателей.

Список литературы

1. Федотов В.П. Фотодерматозы (Клиническая лекция) // Дерматовенерология. Косметология. Сексопатология. 2015. № 3. С. 143–160.

2. Almahroos M., Kurban A.K. Ultraviolet carcinogenesis in nonmelanoma skin cancer. Part I: incidence rates in relation to geographic locations and in migrant populations. Skinmed. 2004. vol. 3 no. 18. P. 29–35.

3. Radava R. Korac, Kapil M. Khambholja. Potential of herbs in skin protection from ultraviolet radiation. Pharmacogn Rev. 2011 Jul-Dec. vol. 3. no. 10. P. 164–173.

4. Bhatia S., Sharma K., Namdeo A.G., Chaugule B.B., Kavale M., Nanda S. Broad-spectrum sun-protective action of Porphyra-334 derived from Porphyra vietnamensis. Phcog Res. 2010. no. 2. P. 45–49.

5. Kullavanijaya P., Henry W., Lim H.W. Photoprotection. J. Am. Acad. Dermatol. 2005. vol. 52. P. 959–961.

6. Масла для защиты от солнца и загара (от UV-излучения) // Женский журнал Анны Лебедь. URL: https://alebed.org/.../14383-masla-dlya-zaschity-ot-solnca-i-zagara-ot-uv-izlucheniya... (дата обращения: 09.10.2018).

7. Mirela D. Gianeti, Patricia M.B.G. Maia Campos The Benefits of a Combination of Active Antioxidant Substances. Molecules. 2014. no. 19. P. 18268–18282.

8. Масло виноградных косточек. Электронный каталог Cosmetics-Bulgaria. URL: https://cosmetics-bulgaria.com.ua/a120709-maslo-vinogradnix kiostochek (дата обращения: 09.10.2018).

9. Афонина С.Н., Лебедева Е.Н. Химические компоненты чая и влияние их на организм // Успехи современного естествознания. 2016. № 6. С. 59–63.

10. Тихонова А.Н., Агеева Н.М., Бирюков А.П. Исследование химического состава виноградных выжимок с целью получения пищевых волокон // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–3. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23881 (дата обращения: 09.10.2018).

11. Ромашка, экстракт сухой – интернет-каталог NataCosmetic – натуральная косметика ручной работы URL: https://natacosmetic.info/catalog/buy-component/item/101-chamomile-extract-dry.html (дата обращения: 09.10.2018).

12. ГОСТ 31460-2012. Кремы косметические. Общие технические условия (Межгосударственный стандарт). М.: Стандартинформ, 2013. 2 с. URL: https://www.spets.ru/upload/uf/361/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%2031460-2012.pdf (дата обращения: 09.10.2018).

13. Иванкова Ю.О., Верниковский В.В., Степанова Э.Ф. Исследования по выбору основы для наружной лекарственной формы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–2. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22085 (дата обращения: 09.10.2018).

УДК 547.885

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2,6-ДИЗАМЕЩЕННЫХ 1,4,3,5-ОКСАТИАДИАЗИН-4,4-ДИОКСИДОВ С АРОМАТИЧЕСКИМИ И НЕПРЕДЕЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ

Сажина Е.Н.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Н. Новгород, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru

С целью изучения синтетических возможностей 2,6-дизамещенных 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксидов и возможного механизма реакций исследованы превращения ряда этих соединений с ароматическими и непредельными реагентами. Выявлены общие закономерности протекания превращений и свойства полученных соединений. При нагревании в бензоле с эквимолярными количествами аренов 2,6-дизамещенные 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксиды превращаются в N-ациларенсульфонамиды с высокими выходами. В реакции использовались бензоидные и небензоидные ароматические соединения (толуол, анизол, тиофен, N,N-диметиланилин, мезитилен). Также проведены серии опытов с алкенами различного строения (циклического, ациклического – с заместителями как небольшого объема, так и с заместителями, создающими стерические затруднения) и алкином. При нагревании в бензоле эквимолярных количеств 2,6-дизамещенных 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксидов и алкенов с высокими выходами получены насыщенные 1,4,5-оксатиазин-4,4-диоксиды. В тех же условиях взаимодействие с алкином приводит к образованию ненасыщенного 1,4,5-оксатиазин-4,4-диоксида. Подтверждено протекание реакций через генерирование промежуточных реакционных частиц-сульфониламидатов, образующихся при отщеплении от исходного оксатиадиазинового гетероцикла нитрильной компоненты с наиболее электронодонорным заместителем. Исследованные превращения реализуются узкоселективно. Строение полученных продуктов доказано методами ИК- и ЯМР-спектроскопии, данными элементного анализа, химическими превращениями.

Ключевые слова: гетероциклические аддукты, непредельные углеводороды, ароматические соединения, сульфониламидаты

THE REACTIONS OF 2,6-SUBSTITUTED 1,4,3,5-OXATHIADIAZIN-4,4-DIOXIDES WITH AROMATIC AND UNSATURATED REAGENTS

Sazhina E.N.

N. Novgorod State Technical University the name of R.E. Alekseev, N. Novgorod, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru

In order to study the synthetic possibilities of 2,6-disubstituted 1,4,3,5-oxathiadiazine-4,4-dioxides and a possible reaction mechanism, transformations of a number of these compounds with aromatic and unsaturated reagents were investigated. The general regularities of transformations and the properties of the obtained compounds were revealed. During the process of heating with an equimolar amount of aromatic reagents in benzene 1,4,3,5-oxathiadiazin-4,4-dioxides are converted to N-acylarenesulfonamides in high yields.In this reaction were used benzoic and non-benzoid aromatic compounds (toluene, anisole, thiophene, N,N-dimethylaniline, mesitylene). Also, a series of experiments were carried out with alkenes of various structures (cyclic, acyclic – with small-volume substituents and substituents with steric difficults) and alkyne. With heating in benzene, equimolar amounts of 2,6-substituted 1,4,3,5-oxathiadiazine-4,4-dioxides and alkenes in high yields resulted saturated 1,4,5-oxathiazine-4,4-dioxides. In the same conditions, the interaction with alkyne leads to the formation of unsaturated 1,4,5-oxathiazine-4,4-dioxide. It was confirmed that the reactions go with the generation of intermediate reaction particles-sulfonylamidates, formed during the removal from the starting oxathiadiazine heterocycle of the nitrile component with the most electron-donating substituent. The studied transformations were realized with high selectivity. The structure of obtained products was proved by IR and NMR spectroscopy, elemental analysis data, chemical transformations.

Keywords: heterocyclic adducts, unsaturated hydrocarbons, aromatic compounds, sulfonylamidates

Памяти профессора Александра Андреевича Мичурина

Осуществление направленных синтезов сульфонилазотсодержащих соединений непосредственным взаимодействием цианосодержащих соединений и триоксида серы затруднено вследствие низкой селективности протекающих в этой системе реакций. При использовании в синтезах связанных форм SO_3 (комплексов и аддуктов нитрилов с SO_3) удается, во-первых, значительно повысить селективность реакций, а во-вторых, реализовать направления реагирования, не характерные для прямого взаимодействия цианосодержащих соединений и SO_3 [1, 2]. Сульфонилазотсодержащие соединения ациклического строения и гетероциклические производные обладают значительной биологической активностью. Они находят применение в качестве лекарственных препаратов [3–5], сладких синтетических веществ [6, с. 85–91, с. 106], пестицидов и фунгицидов нового поколения [7–9]. Большие потенциальные возможности в синтетическом плане 2,6-дизамещенных 1,4,3,5-оксатиадиазин-

4,4-диоксидов (I) и малая их изученность открывают доступ к созданию новых путей синтеза новых классов и труднодоступных циклических и ациклических сульфонилазотсодержащих соединений, обладающих полезными свойствами.

Цель исследования: изучение синтетических возможностей 2,6-дизамещенных 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксидов (I) с различными заместителями и возможного механизма реакций при взаимодействии их с ароматическими и непредельными соединениями.

Материалы и методы исследования

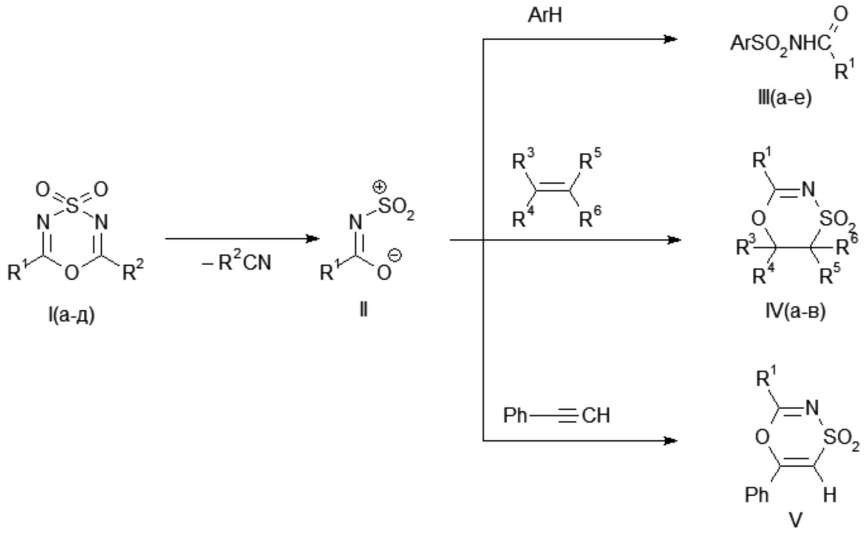
В исследовании использованы диоксиды (I), имеющие в гетероцикле один сильноакцепторный заместитель ($R^1 = CCl_3$, CBr_3) и второй – менее акцепторный или донорный ($R^2 = 2,4\text{-}Cl_2C_6H_3$, $4\text{-}ClC_6H_4$, C_6H_5, CH_3). Ароматические реагенты представлены соединениями бензоидного и небензоидного типов (толуол, анизол, тиофен, N,N-диметиланилин, мезитилен). Непредельные реагенты −алкены различного строения: циклического, ациклического с заместителями как небольшого объёма, так и создающими стерические затруднения (циклогексен, стирол, 3,3-диметилбутен-1), фенилацетилен.

Состав и строение полученных в настоящей работе соединений доказаны данными элементного анализа, ИК, ЯМР ^{1}H спектров и химическими превращениями. ИК-спектры соединений записаны на спектрофотометре Specord 80-M в метиленхлориде. Спектры ЯМР ^{1}H записаны на спектрометре Gemini 300 (рабочая частота 300 МГц) в ДМСО-d_6, внутренний стандарт – ГМДС.

Индивидуальность полученных соединений и ход реакции контролировалась методом ТСХ на пластинках Silufol UV-254, элюент – ацетон-гексан (1:1 по объему), проявление парами йода.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящей работе было показано, что взаимодействие диазинов (I) с аренами, алкенами и фенилацетиленом приводит к образованию соответственно N-ациларенсульфонамидов (III), насыщенных и ненасыщенных 1,4,5-оксатиазин-4,4-диоксидов (IV, V).



I, $R^1 = CCl_3$; $R^2 = CH_3$ (а); $R^1 = CCl_3$; $R^2 = 2,4\text{-}Cl_2C_6H_3$ (б); $R^1 = CCl_3$; $R^2 = 4\text{-}ClC_6H_4$ (в); $R^1 = CCl_3$; $R^2 = C_6H_5$ (г); $R_1 = CBr_3$; $R^2 = CH_3$ (д);
III, $R^1 = CCl_3$; Ar = $(CH)_4S$ (а); $R^1 = CBr_3$; Ar = $4\text{-}CH_3OC_6H_4$ (б);
$R^1 = CCl_3$; Ar = $2,4,6\text{-}(CH_3)_3C_6H_2$ (в); $R^1 = CCl_3$; Ar = $4\text{-}[(CH_3)_2N]\ C_6H_4$ (г);
$R^1 = CCl_3$; Ar = $4\text{-}CH_3OC_6H_4$ (д); $R^1 = CCl_3$; Ar = $4\text{-}CH_3C_6H_4$ (е);
IV, $R^1 = CCl_3$; $R^3 = R^6 = H$; $R^4R^5 = -(CH_2)_4$ (а); $R^1 = CCl_3$; $R^3 = R^5 = R^6 = H$; $R^4 = C_6H_5$ (б);
$R^1 = CCl_3$; $R^3 = R^5 = R^6 = H$; $R^4 = (CH_3)_3C$ (в);
V, $R^1 = CCl_3$.

Рассмотрим серию опытов с использованием ароматических реагентов. При нагревании диоксидов (Iа-г) в бензоле (50 °С, 6 ч) с эквимольными количествами тиофена, N,N-диметиланилина, мезитилена происходит введение амидосульфонильного фрагмента в ароматическое кольцо с сохранением двойной связи, приводящее к образованию N-ациларен-сульфонамидов (III а, в, г).

При нагревании диоксидов (I а-д) с толуолом и анизолом (110 °С, 5 часов) получены N-ациларенсульфонамиды (III б, д, е). В синтезах с толуолом и анизолом арен выступал и как реагент, и как растворитель. По истечении времени реакции растворитель отгонялся вакуумированием реакционной массы, остаток сначала нейтрализовался насыщенным водным раствором Na_2CO_3, затем переосаждался из нейтрального водного раствора соляной кислотой.

Выходы, температуры плавления, ИК-спектры полученных соединений (IIIа-е) приведены в табл. 1, данные элементного анализа – в табл. 2.

Для доказательства состава и строения полученных соединений (III) кроме методов ИК-спектроскопии и данных элементного анализа проведено химическое превращение. Так, при выдерживании раствора N-трихлорацетил-2-тиофенсульфонамида (IIIа) в CH_2Cl_2 над увлажненным водой γ-Al_2O_3 (48 ч, 15 °С) из раствора выделен 2-тиофенсульфонамид (99 %), т. пл. 142 °С. ИК-спектр (ν, $см^{-1}$): 3335 (N-H); 1590 (C=O); 1360,1170 (SO_2). Отделенный фильтрованием оксид алюминия обработан аммиачной водой, после упаривания воды получен трихлорацетат аммония (99 %). Использование Al_2O_3 как носителя воды и катализатора гидролиза позволило провести реакцию гидролитического расщепления сульфонамида (III а) в мягких условиях с количественными выходами указанных продуктов.

Для дальнейшего выявления синтетического потенциала 2,6-дизамещенных 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксидов (I) в настоящей работе было исследовано их взаимодействие с непредельными соединениями. В реакциях эквимолярных количеств диоксидов (I а-г) с алкенами и алкином (циклогексен, стирол, 3,3-диметилбутен-1, фенилацетилен) при нагревании (60–65 °С, 7часов) в бензоле получены насыщенные (IV а-в) и ненасыщенный (V) 1,4,5-оксатиазин-4,4-диоксиды. Для выделения соединений (IV а-в, V) из реакционной массы растворитель отгонялся в токе воздуха, остаток обрабатывался смесью гексан : диэтиловый эфир (2:1).

Таблица 1

Выходы, температуры плавления и ИК-спектры N-ациларенсульфонамидов (III а-е)

№ соединения	Выход, %	Т. пл., °С	ИК-спектр, ν, $см^{-1}$		
			SO_2	C=O	N-H
III а	98	154	1150, 1360	1745	3310
III б	93	153	1150, 1380	1750	3390
III в	96	127	1135, 1410	1750	3390
III г	85	230 (разл.)	1135, 1360	1730	3280
III д	92	168	1175, 1385	1785	3390
III е	89	141	1185,1400	1755	3390

Таблица 2

Данные элементного анализа N-ациларенсульфонамидов (III а-е)

№ соединения	Найдено/вычислено, %		Формула
	Эквивалент нейтрализации	N	
III а	306.40 306.80	4.43 4.54	$C_6H_4Cl_3NO_3S_2$
III б	465.51 465.70	3.03 3.01	$C_9H_8Br_3NO_4S$
III в	345.20 344.50	4.12 4.07	$C_{14}H_{12}Cl_3NO_3S$
III г	348.06 348.67	8.02 8.10	$C_{10}H_{11}Cl_3N_2O_3S$
III д	334.31 332.50	4.30 4.21	$C_9H_8Cl_3NO_4S$
III е	315.80 316.50	4.39 4.43	$C_9H_8Cl_3NO_3S$

Таблица 3

Выходы, температуры плавления,
ИК и ЯМР ^{1}H спектры 1,4,5-оксатиазин-4,4-диоксидов (IVа-в) и (V)

№ соединения	Выход,%	Т. пл., °С	ИК-спектр, *ν*, см$^{-1}$			Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м. д.
			SO_2	C=C	C=N	
IVа	94	129–130	1170, 1370	–	1710	1,00–1,85 м (8H, CH_2); 2,62 д (1H, OCH); 4,65 с (1H, SCH)
IVб	88	142	1175, 1375	–	1730	3,03–3,76 м (2H, CH_2); 5,64–6,26 м (1H, CH); 6,50–8,00 м (5H, C_6H_5)
IVв	92	183	1175, 1350	–	1695	1,09 с (9H, $(CH_3)_3C$); 3,27 т (1H, CH); 3,59 кв (1H, CH); 4,74 кв (1H, CH)
V	95	148	1175, 1370	1530, 1620	1740	6,69 с (1H, C); 7,37–7,81 м (5H, C_6H_5)

Выходы, температуры плавления, ИК-спектры и спектры ЯМР ^{1}H полученных соединений (IV а-в) и (V) приведены в табл. 3.

Ранее была показана возможность замещения иминного фрагмента в диоксидах (I), имеющих сильноакцепторные группы R^1 и слабоакцепторные или донорные группы R^2, при их взаимодействии с цианосодержащими соединениями, имеющими более нуклеофильно активные цианогруппы [2].

В настоящей работе при взаимодействии диоксидов (I) с ароматическими реагентами иминный фрагмент замещался на соответствующий ароматический с раскрытием исходного гетероцикла, а в реакциях с ненасыщенными реагентами – на этиленовый, с сохранением в продукте гетероциклической структуры. Следует отметить, что во всех сериях опытов с ароматическими и непредельными соединениями уходящей из гетероцикла (I) является нитрильная компонента с заместителем R^2, более электронодонорным, чем заместитель R^1.

Превращения диоксидов (I), сопровождающиеся уходом из гетероцикла нитрильной компоненты, можно представить как ступенчатый процесс, включающий образование промежуточных реакционных частиц-сульфониламидатов (II) на первой стадии и взаимодействие их с реагентом – на последующей, как показано выше на схеме. Подтверждением такого механизма реакции явилось образование N-ациларенсульфонамидов (III), насыщенных и ненасыщенных 1,4,5-оксатиазин-4,4-диоксидов (IV, V) в изученных в настоящей работе реакциях диазинов (I) с аренами, алкенами и фенилацетиленом соответственно. Образование соединений указанного класса (IV, V) было показано во взаимодействии алкенов и алкинов с системой 6-трихлорметил-1,3,2,4,5-диоксадитиазин-2,2,4,4-тетраоксид – пиридин, в которой действительно генерируются сульфониламидаты (II), строение которых доказано рентгеноструктурным анализом [10].

Однако в указанной авторами системе 1,4,5-оксатиазин-4,4-диоксиды (IV) всегда образовывались в смеси с 1,2-тиазетидин-1,1-диоксидами (в различных соотношениях и с невысокими выходами), что снижает синтетическую значимость описанных реакций. Использование же в реакциях с непредельными соединениями 2,6-дизамещенных 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксидов (I) позволяет осуществить целенаправленный синтез соединений (IV, V) с высокими выходами, как показано в настоящей работе.

Выводы

Таким образом установлено, что 2,6-дизамещенные 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксиды (I), имеющие несколько реакционных центров (чем определяется многовариантность возможных путей их реагирования и синтетическая значимость), перспективны и как структурные блоки в синтезах, включающих замещение нитрильной компоненты в гетероцикле на этиленовый, иминный, ароматический фрагменты с широким выбором заместителей.

Также показано, что эти реакции протекают через промежуточное образование реакционных частиц-сульфониламидатов.

Поскольку исследованные превращения реализуются узкоселективно, в большинстве случаев с практически количественными выходами продукта, они

представляет интерес для целенаправленного получения циклических и ациклических сульфонилазотсодержащих соединений заданного строения.

Список литературы

1. Сажина Е.Н. Супрамолекулярные комплексы 2,6-дизамещенных 1-окса-4-тиа-3,5-диазин-4,4-диоксидов с симметричными триазинами // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 7–6. С. 957–960.

2. Сажина Е.Н. Реакция переиминирования как путь к новым С-замещенным 1,4,3,5-оксатиадиазин-4,4-диоксидам // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. URL: http://www.science-education.ru/117-13025 (дата обращения: 12.09.2018).

3. Blass B. Sulfonamide compounds as voltage gated sodium channel modulators. ACS Medicinal Chemistry Letters. 2015. Vol. 6. No. 12. P. 1168–1170.

4. Colinas P. Novel sulfonamide compounds for inhibition of metastatic tumor growth. Expert opinion on therapeutic patents. 2013. Vol. 23. No. 6. P. 761–763.

5. Aziz-ur-Rehman, Imran Ahmad, M. Athar Abbasi, Khadija Nafeesa, Sabahat Z. Siddiqui, Ghulam Hussain, Jameel Rahman, Irshad Ahmed, Saira Afzal. Synthesis, antibacterial and lipoxygenase activities of N-[(dimethyl substituted)phenyl]-N-(4-chlorophenyl)-4-chlorobenzenesulfonamides. Asian Journal of Chemistry. 2015. Vol. 27. No. 5. P. 1647–1650.

6. Крутошикова А., Угер М. Природные и синтетические сладкие вещества: Пер. со словац. М.: Мир, 1988. 120 с.

7. Thiadiazolyloxyphenylamidines and use thereof as fungicides. Патент 8334235 США. 2012. A01C 1/06.

8. Абрамова Л.И., Титова О.М., Мичурин А.А., Зильберман Е.Н. Синтез водорастворимых биологически активных сополимеров на основе акриламида и сульфониламидинов (мет)акрилового ряда // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. 1994. Т. 36. № 12. С. 2048–2087.

9. Li Xing-hai, Qi Zhi-qiu; Zhong Chang-ji, Zhang Yang, Ji Ming-shan, Wang Ying-zi, Wang Dao-quan. The synthesis and fungicidal activity of benzoylmethanesulfonamides. Chinese Journal of Pesticide Science. 2008. Vol. 10. No. 2. P. 136–140.

10. Мичурин А.А., Бодриков И.В., Бельский В.К., Титова О.М., Живодеров А.В. Реакции непредельных соединений с системой 1,3,2,4,5-диоксадитиазин-2,2,4,4-тетраоксид – основание // ЖОрХ. 1988. Т. 24. Вып. 9. С. 1978–1987.

УДК 615.1:614.27(575.2)

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ НА ПРОЦЕСС НАЗНАЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В КЫРГЫЗСТАНЕ

[1]Ануварбекова А.А., [1]Нышанбаев М.Т., [2]Иманкулова А.С., [1]Мурзабаева Э.Б., [1]Уланбекова Т.У., [1]Абдуманапова Г.А.

[1]Кыргызская государственная медицинская академия, Бишкек, e-mail: ainashka77@mail.ru; [2]Национальный госпиталь при Министерстве здравоохранения, Бишкек

Фармацевтическая индустрия во всем мире использует большое количество приемов для продвижения своих лекарственных средств (ЛС) среди врачей, направленных на рекламирование, формирование известности, имиджа, знаний об отличительных свойствах и преимуществах ЛС для привлечения к нему внимания. Данная статья содержит информацию, заключающую в себе исследование роли фармацевтических компаний на процессы выписывания лекарственных препаратов в Кыргызстане, а также социологический анализ взаимоотношений фармацевтического бизнеса с врачом. В связи с возрастанием случаев выплат бонусов от продаж лекарственных средств, производимых этими фармацевтические компаниями и недостатком качественной и доступной информации о лекарственных средствах, растет тенденция нарушения принципов рационального использования ЛС. По данным нашего исследования, 73% респондентов часто используют в качестве источников информацию, полученную от представителей фармацевтических компаний. 28% респондентов признают, что их «выбор ЛС» находится под давлением медицинских представителей, а 16% респондентов согласились, что подарки воздействуют на предписание врача. Таким образом, нам необходимо разработать позицию активного противостояния агрессивному маркетингу фармацевтических компаний, ограничивающего неуёмное стремление фармацевтических компаний продвигать свои продукты любым способом.

Ключевые слова: неэтичный маркетинг, лекарственные средства, фармацевтическая компания

IMPACT OF THE ACTIVITY OF PHARMACEUTICAL COMPANIES ON THE PROCESS OF PRESCRIBING MEDICINES IN KYRGYZSTAN

[1]Anuvarbekova A.A., [1]Nyshanbaev M.T., [2]Imankulova A.S., [1]Murzabaeva E.B., [1]Ulanbekova T.U., [1]Abdumanapova G.A.

[1]Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, e-mail: ainashka77@mail.ru; [2]National Hospital under Ministry of Health of Kyrgyz Republic, Bishkek

The pharmaceutical industry around the world uses a large number of approaches to promote its pharmaceuticals to doctors aimed at advertising, brand and image building, providing information on distinctive properties, advantages and features of the products to attract attention. This article contains information about research study on the role of pharmaceutical companies on a process of prescribing medicines in Kyrgyzstan and a sociological analysis of the relationship between the pharmaceutical business and the doctor. Due to the increase of bonus payments from medicine sales produced by these pharmaceutical companies and the shortage of high-quality and available information about medicines, there is a growing tendency of violation of the principles of rational use of medicines. According to our survey 73% of respondents often use information from representatives of pharmaceutical companies as a primary sources of information. 28% of respondents admit that their «choice of medicines» is under the pressure from medical representatives, and 16% of respondents agreed that gifts affect doctor's prescription. Thus, we have to take a position of an active opposition to the unethical marketing of pharmaceutical companies, limiting irrepressible aspiration of pharmaceutical companies to promote their products by all means.

Keywords: unethical drug marketing, medicines, pharmaceutical company

По определению Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), продвижение лекарственных средств – это информационные и мотивационные мероприятия, организованные производителем или дистрибьютором для увеличения продаж лекарственных средств. В связи с агрессивным продвижением ЛС на мировом рынке, ВОЗ в 1988 г. разработала этические критерии продвижения лекарственных средств [1] и разработала фундаментальные критерии для рационального выбора лекарственного средства, ключевыми факторами которого являются эффективность, безопасность, приемлемость и стоимость [2]. Продвижение ЛС имеет важное значение для рационального использования ЛС, для формирования механизмов ценовой политики, доступности ЛС и т.д. Часто стратегии продвижения ЛС очень заманчивы для врачей. При этом чем чаще врач контактирует с медицинским представителем, тем больше он подвержен влиянию фармацевтических компаний. Фармацевтические компании взаимодействуют с врачами для продвижения лекарств и имеют доступ почти ко всем врачам для достижения своей цели. Врачи одариваются подарками или бонусами с продаж, и в итоге в выгоде остаются обе стороны.

Самые промоцируемые лекарственные средства в США чаще всего не являются инновационными препаратами, не входят в перечень основных лекарственных средств ВОЗ, не являются препаратами первой линии или не входят в клинические руководства по лечению заболеваний [3].

Получение сверхприбыли от производства и продажи ЛС заставляет нарушать законы даже крупных игроков на фармацевтическом рынке. Так по данным организации Public Citizen в период с 2006 по 2015 г. крупнейшие фармацевтические компании, включающие такие гиганты, как «Pfizer», «Eli Lilly», «Bristol-Myers Squibb», «Novo Nordisk» «Johnson & Johnson» и другие компании в совокупности выплатили более 30 миллиардов долларов в виде штрафов и неустоек [4].

В Кыргызстане есть нормы регламентирующие продвижение и рекламу лекарственных средств, и меры, в целях пресечения неэтичного маркетинга лекарственных средств Техническим регламентом, утвержденным Постановлением Правительства КР от 06.04.2011 г. № 137 «О безопасности лекарственных средств для медицинского применения», установлены требования, регламентирующие продвижение и рекламу лекарственных средств, а также издан приказ МЗ КР от 9.06.2011 г. № 285 «О реализации постановления Правительства Кыргызской Республики от 6 апреля 2011 г. № 137 «Об утверждении технического регламента «О безопасности лекарственных средств для медицинского применения», запрещающий неэтичный маркетинг. В соответствии с пунктом № 260 Технического регламента «О безопасности лекарственных средств для медицинского применения» в своем взаимодействии со специалистами здравоохранения фармацевтическим компаниям категорически запрещается: предоставление в любой форме (как финансовой, так и нефинансовой) поощрения за назначение пациентам лекарственных средств; организация любых конкурсов, акций, и т.д. [5]. Несмотря на все нормы, почти все фармацевтические компании в Кыргызстане так или иначе вовлечены в процесс продвижения лекарственных средств путем агрессивного маркетинга. Соответственно, цель данной работы – изучить социальные взаимоотношения врачей с медицинскими представителями для регулирования в последующем процесса рационального назначения ЛС.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнялось методом анонимного интервьюирования, путем заполнения специально разработанных анкет и обсуждения поднятых проблем в фокус-группах. Опрос проводился в период с января по апрель 2017 г. среди хирургов, терапевтов, травматологов-ортопедов, урологов, педиатров, работающих в учреждениях третичного уровня Кыргызской Республики, таких как Национальный центр кардиологии и терапии, Бишкекский научный исследовательский центр травматологии и ортопедии, Национальный центр охраны материнства и детства, Национальный госпиталь МЗ КР, Национальный центр хирургии.

Респондентам было предложено ответить на 17 вопросов, которые касались рынка лекарственных средств, рекламы, источников информации о лекарствах и продвижения медицинских продуктов на рынке.

Анализ полученных данных осуществлялся в программе MS Excel. Результаты исследования обработаны статистически в соответствии с общепринятыми приемами с использованием программы SPSS 16.

Результаты исследования и их обсуждение

В анкетировании приняли участие 131 медицинских специалистов: основную нишу респондентов составляли хирурги (37), травматологи-ортопеды (14), терапевты (12), педиатры (7), нейрохирурги (7) и другие специальности.

Возраст опрошенных составлял от 24,3 до 60 лет. 41% респондентов от 24 до 30 лет, от 30 до 40 лет – 21%, от 40–50 лет – 30%, респонденты старше 50 лет составили 8%.

Не менее важным аспектом в исследовании являлся стаж врачебной деятельности. Со стажем работы менее 5 лет было 38% опрашиваемых, на стаж 6–10 лет указали 19% респондентов, от 11 до 14 лет работают 13% врачей, а более 15 лет трудятся 30% участников опроса.

В ходе опроса прежде всего предполагалось выявить, насколько часто медпредставители посещают врачей. Выяснилось, что 26% респондентов еженедельно сталкиваются с представителями фармкомпаний, 27% – ежемесячно, 20% – реже 1 раза в месяц, 10% – один раз в полгода, а 17% участников опроса утверждают, что их не посещают представители фармкомпаний.

Каждое посещение медпредставителя имеет последствия в виде существенного влияния на процесс выписывания врачами лекарственных препаратов. Стало известно, что 46% наших участников опроса согласны с тем, что посещения медпредставителей фармкомпаний оказывают небольшое влияние на назначения ЛС. 7% респондентов склонны к тому, что существует большое влияние на назначения ЛС, а 34% респондентов полагают, что никакого влияния со стороны медпредставителей на назначение лекарственных средств нет, и 13% из них ответили, что не знают или затрудняются

ответить на поставленный вопрос. В итоге большинство опрашиваемых все же принимают тот факт, что встречи медицинских специалистов и представителей фармкомпаний не проходят бесследно.

Эти субъективные мнения респондентов навели нас на следующий вопрос о возможном манипулировании врачей при процессе выписывания ЛС. Во многом итог «психологической обработки» врачами работниками фармкомпаний зависит от навыков коммуникативных инструментов, для обретения которых медпредставители проходят целые этапы обучения, одним из которых является достижение некоего совершенства в нейролингвистическом программировании (НЛП). Владение приемами НЛП способствует успешному завершению сделки по продвижению ЛС. Убежденность врачей, что они не подвержены никакому воздействию со стороны представителей фармкомпаний, по нашему мнению, не оправдана. По результатам исследования стало известно, что 72% респондентов не считают, что ими манипулируют, и лишь 28% признают, что их «выбор» находится под давлением медпредставителей. При этом назначение предложенного ими лекарственного препарата может быть итогом грамотного навязывания ЛС, который воспринимается врачом как собственный выбор.

В попытках добиться увеличения продаж ЛС медпредставители могут также действовать посредством влиятельных коллег: экспертов и профессоров. Это также может быть одним из стратегических маневров для продвижения ЛС. Результат исследования показал, что 35% врачей прислушиваются к рекомендациям авторитетных коллег, а 65% наших респондентов воздерживаются от рекомендаций коллег.

Известно, что основным и наиболее популярным способом получения информации о лекарственных средствах для врачей является посещение семинаров и конференций, а также чтение профессиональной литературы. Кроме этого, огромное влияние на интеллектуальный багаж медицинских работников оказывает и общение с представителями фармкомпаний. Авторы выяснили, что при встрече с представителями фармкомпаний 73% врачей узнают о новых лекарственных средствах, 21% – о заболеваниях, о методах диагностики и методах лечения, 19% только о новых методах лечения, а 10% о новых методах диагностики и 8% врачей узнают, где можно приобрести ЛС. Однако необходимо помнить: руководствуясь интересами прибыли, производители могут распространять некорректные сведения об эффективности и безопасности лекарственных средств

Что же касается чтения буклетов и рекламных материалов, то им в той или иной степени придают значение 86% респондентов. Ответы наших врачей относительно доверия информации о ЛС были следующими: 70% опрошенных «не всегда» доверяют сообщениям о лекарствах, предоставляемым медицинскими представителями в своих презентациях, 15% категорически не доверяют, а 15% все-таки доверяют «феерическим» описаниям эффективности предлагаемых лекарств.

Результаты опроса показали, что 90% врачей интересуются нежелательными реакциями препаратов. Желая показать предоставленные данные в нужном и выгодном для дистрибьюторов, производителей свете, медпредставители гибко избегают полной выдачи открытой информации о побочных эффектах. Для этого они применяют различные трюки с выдачей бесплатных образцов лекарств, что, по их мнению, неопровержимо докажет правдивость сведений о высокой эффективности либо безупречной безопасности ЛС. В нашем случае 27% респондентов подтверждают наличие данного маневра в сфере продвижения ЛС, очень популярного в сфере маркетинга.

Врачам было предложено также ответить вопрос относительно отказа от визитов медпредставителей. При этом почти половина, а точнее 48% врачей полагают, что не стоит отказываться от визитов фармпредставителей. Мы считаем, что эти цифры доказывают, что врачи находятся под влиянием маркетинга фармкомпаний.

На сегодняшний день одним из действенных видов манипуляции является подношение подарков. Даже небольшие подарки в виде ручек или блокнотов могут повлиять на назначение ЛС врачами. Хотя по результатам наших данных 70% респондентов полагают, что подарки от медпредставителей не влияют на практику назначения лекарственных препаратов. 16% респондентов считают, что подарки воздействуют на предписание врача. Эти результаты могут говорить о том, что большинство врачей не хотят признавать факт «материального» взаимоотношения с медпредставителями.

Так или иначе, врачи в идеале должны выписывать лекарственные средства под международным непатентованным названием (МНН). По результатам нашего исследования выяснилось, что 58% участников опроса выписывают МНН, 40% – торговое и лишь 2% и то, и другое. Цена торгового аналога, выписанного врачом, может превышать в десятки раз цены аналогичных

по фармацевтической биоэквивалентности препаратов, имеющихся на фармацевтическом рынке, что в общем и нарушает один из основных принципов рационального назначения ЛС.

Основной стратегией большинства предприятий стало производство дженериков под МНН. В качестве сырья при этом начали использоваться дешевые китайские и индийские субстанции. Выпуск дженериков «с признаками оригинальности» стал в последнее десятилетие основной стратегией развития многих производителей. В нашей стране возымели успех европейские, индийские и российские ЛС. Как выяснилось, 44% респондентов назначают российские ЛС, в то время как 31% – европейские, 2% – индийские, а 20% – другие.

Большинство врачей достаточно толерантно и даже положительно относятся к своему взаимодействию с фармкомпаниями. Многие медики полагают, что их взаимодействие с индустрией повышает их уровень знаний о новых ЛС. 63% респондентов ответили, что имеется польза от взаимодействия с фармкомпаниями, при этом 37% отвергли наличие какой-либо пользы маркетинговой деятельности. Это дает возможность предположить, что вышеупомянутая польза может иметь двуликий характер и быть итогом не только информативной пользы, но и финансовой, являющимся прямым доказательством влияния фармкомпаний на процесс назначения того или иного препарата.

Основным показателем продуктивности фармацевтического маркетинга являются подсчеты дохода от продаж, продвигаемых ЛС на рынке, а это напрямую зависит от уровня приобретения пациентами выписываемых препаратов. Мы поинтересовались у наших врачей об их осведомленности о приобретении ЛС пациентами. 91% врачей ответили, что их пациенты приобретают выписываемые ими препараты, и лишь 9% врачей отметили что их пациенты в силу тех или иных причин не покупают назначенные ими ЛС. По их мнению, это может быть следствием отсутствия ЛС в аптеке или последующей фармацевтической заменой, высокой стоимостью препарата, а возможно, и низкой приверженностью пациента к лечению.

Результаты проведенного опроса позволили сделать вывод, что у большинства врачей нет позиции активного противостояния агрессивному маркетингу фармкомпаний. Производители лекарственных средств привлекают врачей к сотрудничеству и, безусловно, существенно влияют на их решение использовать продукцию своих компаний в лечебной практике. Поэтому необходимо расширение правовой базы и установление норм, регулирующих другие способы продвижения ЛС.

Выводы

1. При анкетировании выявлено, что 73% респондентов получают информацию о новых ЛС от представителей фармацевтических компаний.

2. По результатам анкетирования 27% респондентов раз в месяц встречаются с медпредставителями и 26% – раз в неделю. Такая частота посещения создает стереотип выписывания ЛС и ведет за собой риск небезопасного применения ЛС.

3. По мнению 72% респондентов, медпредставители не манипулируют врачами. Если бы врачи знали обо всех методах манипуляции, которые используют медпредставители, то данный показатель был бы гораздо ниже.

4. Установлено, что 70% респондентов считают, что подарки не оказывают влияние на выписывание лекарств. Однако 63% респондентов отмечают имеющуюся пользу от взаимоотношений с медпредставителями.

Список литературы

1. Биоэтика: учебник для вузов / Под ред. В.П. Лопатина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 272 с.

2. Фитилев С.Б., Шкребнева И.И., Возжаев А.В. Основы рациональной фармакотерапии (проблемный метод преподавания клинической фармакологии): учебное пособие. М.: РУДН, 2017. 93 с.

3. Tyler Greenway, Joseph S Ross. US drug marketing: how does promotion correspond with health value? BMJ. 2017. P. 357.

4. Sammy Almashat, Sidney M. Wolfe, Michael Carome. Twenty-Five Years of Pharmaceutical Industry Criminal and Civil Penalties: 1991 Through 2015. Public citizen. 2016. P. 66.

5. Технический регламент: от 6 апреля 2011 года № 137 «О безопасности лекарственных средств для медицинского применения» [Электронный ресурс]. URL: http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/92701 (дата обращения: 30.09.2018).

УДК 616.33-006.6-089:615.847.8

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОЛАЗЕРА У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ ПО ПОВОДУ РАКА ЖЕЛУДКА

[1]Вусик М.В., [1]Кучерова Т.Я., [2]Плешко Р.И., [1]Черемисина О.В.

[1]НИИ онкологии Томского НИМЦ, Томск, e-mail: vusik@oncology.tomsk.ru;

[2]ГОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Томск

Проведен анализ влияния магнитолазерной терапии на клинико-функциональные нарушения, возникающие у пациентов с раком желудка в раннем послеоперационном периоде после субтотальной дистальной резекции желудка (СДРЖ). Полученные результаты лечения 36 пациентов (основная группа) показали, что применение магнитолазера через 3 сеанса купирует болевой синдром в 50% случаев, а через 5 сеансов в 90% случаев. Индекс боли после окончания курса лечения составил 1 ± 0,47 баллов по визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Контрольной группой явились 20 пациентов после СДРЖ, которым в раннем послеоперационном периоде назначалась только медикаментозная коррекция болевого синдрома и послеоперационных нарушений. Индекс боли после курса лечения составил 5 ± 1,4 баллов. Субъективные симптомы подтверждались результатами видеогастроскопического исследования. Воспалительные явления слизистой оболочки желудка визуализировались после применения магнитолазера в 2 раза реже, чем после медикаментозной коррекции (в 7,3% и 15,2% соответственно). Морфологическое исследование слизистой оболочки у пациентов основной группы выявило в 69% случаях наличие нейтральных мукополисахаридов (НМП), что свидетельствует о стимулировании защитного слизевого барьера и способствует ускорению репаративных процессов. Таким образом, применение магнитолазера сокращает сроки послеоперационного восстановительного периода. Кроме того, использование магнитолазера, являясь неинвазивной методикой, легко переносится пациентами, улучшает качество жизни в послеоперационном периоде, способствует повышению эффективности реабилитации больных на последующих этапах.

Ключевые слова: рак желудка, субтотальная дистальная резекция желудка (СДРЖ), магнитолазер

USE OF MAGNETIC LASER AFTER SURGERY FOR GASTRIC CANCER

[1]Vusik M.V., [1]Kucherova T.Ya., [2]Pleshko R.I., [1]Cheremisina O.V.

[1]Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, e-mail: vusik@oncology.tomsk.ru;

[2]Siberian State Medical University, Tomsk

The influence of magnetic laser therapy on clinical and functional disorders that occurred in gastric cancer patients in the early postoperative period after subtotal distal gastrectomy (SDG) was analyzed. The treatment outcomes of 36 patients (the study group) showed that the elimination of pain syndrome was observed in 50% of cases after 3 sessions of laser therapy and in 90% of cases after 5 sessions of laser therapy. The pain index after treatment completion was 1 ± 0.47 points on a visual analogue scale (VAS). The control group consisted of 20 patients who received only drugs for the elimination of pain syndrome and postoperative disorders in the early postoperative period. The pain index after treatment completion was 5 ± 1.4 points. Subjective symptoms were confirmed by the findings of videogastroscopic examination. Inflammation of gastric mucosa was visualized 2 times less frequently after laser therapy than after drug therapy (7.3% and 15.2%, respectively). The morphological examination of the gastric mucosa in patients of the study group revealed the presence of neutral mucopolysaccharides (NMP) in 69% of cases, indicating the stimulation of the protective mucosal barrier and acceleration of the reparative processes. Thus, magnetic laser therapy led to the reduction in the postoperative recovery period. In addition, magnetic laser therapy, being a non-invasive procedure, was easily tolerated by patients, improved the quality of life in the postoperative period and contributed to the effectiveness of rehabilitation.

Keywords: gastric cancer, subtotal distal gastrectomy, magnetic laser

В структуре заболеваемости и смертности среди всех злокачественных опухолей рак желудка на сегодняшний день занимает лидирующее положение, уступая лишь в некоторых регионах раку легкого [1, 2]. Хирургическое вмешательство остается по-прежнему методом выбора в лечении I–III стадии процесса. Большой объем оперативного вмешательства приводит к возникновению агастральных и функциональных пострезекционных синдромов по данным литературы в 15–80% случаев, усугубляя тяжесть течения послеоперационного периода и замедляя процессы заживления и восстановления физиологических функций, тем самым ухудшая качество жизни больных [3–5]. Резекция желудка значительно изменяет секреторную, моторно-эвакуаторную и другие функции желудочно-кишечного тракта. Потеря желудком резервуарной функции и сложного привратникового механизма, непосредственный быстрый сброс пищи в тонкую кишку при отсутствии соляной кислоты и нормального дуоденального рефлюкса ведут к снижению функций поджелудочной железы и печени, нарушают процессы пищеварения и всасывания, изменяют обменные процессы и гемопоэз, перераспределяют микрофлору кишечника, нарушают

скоординированную деятельность органов пищеварения [6].

Одним из факторов, который также ухудшает общее состояние пациента в послеоперационном периоде, являясь катаболическим ответом на хирургическую травму, является боль. В литературе, посвященной обезболиванию в послеоперационном периоде, существуют данные о том, что до 35% пациентов, перенесших плановые и экстренные хирургические вмешательства, страдают от послеоперационной боли. При этом в 45–50% случаев интенсивность боли является средней и высокой, а 15–20% пациентов отмечают, что интенсивность боли превысила ожидавшуюся ими [7]. Полноценное обезболивание в послеоперационном периоде способствует сохранению стабильности гомеостаза, профилактики послеоперационных осложнений и обострений сопутствующей патологии [8]. Для борьбы с болью и пострезекционными расстройствами в настоящее время используются в основном медикаментозные средства. Принципы реабилитационной терапии медикаментозными средствами при поздних и ранних пострезекционных синдромах разработаны достаточно подробно. В последнее время продолжается детализация этого метода лечения в связи с созданием новых поколений медикаментозных препаратов и новых схем лечения. В терапии пострезекционных состояний значительное место занимает применение препаратов, воздействующих на различные участки нейрогуморальной рефлекторной дуги. Их можно условно разделить на 3 группы по месту приложения: 1) местноанестезирующие вещества; 2) воздействующие на ганглии (ганглиоблокаторы), а также обладающие холинолитическим и антихолинергическим действием; 3) транквилизирующие, седативные и нейролептические средства. При выраженной недостаточности функции пищеварения оперированных больных рекомендуют назначать препараты, содержащие пищеварительные ферменты. К средствам общеукрепляющей терапии относятся переливание крови, плазмы и их заменителей [6]. Исследованиями последних лет доказана эффективность физиотерапевтических методов лечения, в том числе их использование в онкологической практике. Однако работ по применению методов физиотерапии в качестве обезболивающего фактора и коррекции пострезекционных нарушений крайне мало. Особая роль отводится магнитолазерной терапии, при которой проводится одновременное воздействие сочетанием магнитного поля и лазера. При данном виде лечения осуществляется воздействие лазером инфракрасного спектра 0,8–1,3 мкм, который может проникать на глубину до 4–8 см, максимально пропускается кожными покровами, ориентирует диполи в одну линию вдоль световой волны за счет постоянного магнитного поля, что способствует резонансному взаимодействию биологических структур, усиливая светопоглощение [9]. Механизм магнитолазерного воздействия многогранен, что очень важно для послеоперационного периода. Происходит восстановление нарушенного Са- гомеостаза в патологически измененных тканях и органах в результате активации эндогенных механизмов, отмечается снижение проницаемости плазматической мембраны клеток для Са. Улучшается микроциркуляция крови и оксигенация за счет влияния на эритроциты, изменяется скорость кровотока, снимаются спастические реакции микрососудов, особенно артериолярного звена, нормализуется проницаемость стенки микрососудов. За счет этих механизмов магнитолазерное излучение обладает выраженным противовоспалительным эффектом. Происходит уменьшение интерстициального отека, активации макрофагальной реакции на экссудативной стадии воспаления [10]. Стимулируется рост эпителиальных клеток, усиливаются процессы регенерации тканей, стимулируется иммунная система. При действии на поврежденную кожную поверхность (особенно раневую) магнитолазер стимулирует активность лимфоцитов, гранулоцитов, усиливает очистку некротических областей, приводит к снижению боли. Фотобиологический процесс протекает по механизму срочной адаптации, т.е. повышаются защитные механизмы кожи, слизистых оболочек и всего организма в целом. Процесс заживления раневой поверхности происходит быстрее и в более ранние сроки без наличия осложнений [11].

Т.И. Грушина (2013 г.) в своих работах указывает на возможность применения лучей лазера для лечения онкологической патологии, а рядом авторов еще в 1940-е гг. было показано, что происходит торможение роста и рассасывание опухолей в магнитном поле. Магнитолазеротерапия в онкологической практике до сегодняшнего дня не нашла широкого применения, несмотря на многогранный спектр воздействия, который может быть использован в раннем послеоперационном периоде, в том числе и у пациентов после оперативных вмешательств по поводу рака желудка.

Цель исследования: изучить влияние магнитолазера на клинико-морфологические показатели в раннем послеоперационном периоде у больных, радикально прооперированных по поводу рака желудка.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены у 56 пациентов, радикально оперированных по поводу рака желудка в объеме субтотальной дистальной резекции (СДРЖ) в Томском НИИ онкологии. Основную группу (первая группа) составили 36 пациентов, которым в раннем послеоперационном периоде проводилось комплексное лечение послеоперационных нарушений с применением медикаментозных препаратов и магнитолазеротерапии. Контрольной группой (вторая группа) явились 20 пациентов, радикально оперированных по поводу рака желудка в объеме СДРЖ, которым в раннем послеоперационном периоде назначалась только медикаментозная коррекция послеоперационных нарушений с помощью местноанестезирующих веществ, воздействующих на ганглии (ганглиоблокаторы), а также обладающих холинолитическим и антихолинергическим действием.

Основная и контрольная группы были рандомизированы по возрасту, полу, оперативным вмешательствам, выраженности болевого синдрома и срокам начала курса лечения. В основном в исследовании участвовали пациенты мужского пола – 67%, средний возраст составил 55,3 ± 2,68. Магнитолазеротерапия проводилась по разработанной нами методике (патент № 2216302 от 2002 г.). Процедуры проводились ежедневно, на курс 8–15 сеансов.

Выраженность основных клинических проявлений заболевания в виде купирования болевого абдоминального, энтерального синдрома определялась по визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Эндоскопическое обследование проводили с помощью видеостойки фирмы «Olympus» Exera II. Оценка воспалительных изменений слизистой оболочки желудка осуществлялась в биопсийном материале с помощью обзорной окраски препаратом гематоксилин-эозином, окраски элементов стромы по Ван-Гизону; выявление нейтральных мукополисахаридов по методу Самсонова (ШИК-реакция в сочетании с толуидиновым синим); выявление кислых гликозамингликанов методом Хэйла. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы STATISTICA 6.0 и включала определение одностороннего критерия Фишера или критерия Хи-квадрат для качественных признаков.

Результаты исследования и их обсуждение

В обеих группах до начала лечения интенсивность боли по шкале ВАШ составила в среднем 8 ± 0,7 баллов. У больных основной группы через 3 сеанса от начала комплексного лечения интенсивность боли уменьшилась на 50% (индекс боли составил 1 ± 0,47 баллов), а через 4–5 сеансов болевой синдром полностью купировался в 90% случаев. У остальных 10% больных степень выраженности болевого синдрома значительно уменьшилась (индекс боли составил 2 ± 0,4 балла). В контрольной группе через 5 дней от начала медикаментозной терапии индекс боли составил 5 ± 1,4 баллов.

Клинические проявления постгастрорезекционных нарушений в обеих группах после операции были однотипны и заключались в симптомах тяжести, дискомфорта в эпигастрии у 16 (44,6%) пациентов из первой группы и у 9 (45%) пациентов из второй группы. Такой симптом, как тошнота, присутствовал у 8 (21,4%) и 6 (30%) человек соответственно. В обеих группах в 84% случаев наблюдалось сочетание симптомов, а жалобы отсутствовали в 8 (21,4%) и 4 (20%) случаях соответственно. После проведенных курсов лечения наличие симптомов тяжести, дискомфорта в эпигастрии наблюдалось у пациентов первой и второй групп в 21,4% и 35% случаях соответственно. Отрыжка горечью, воздухом, тошнота имели место в 5,2% и 30%. Субъективное улучшение своего состояния отметили 24 (66%) человека в основной группе, которые не предъявляли никаких жалоб и 5 (25%) пациентов из контрольной группы.

При проведении видеогастроскопии через 7 дней после операции у пациентов первой и второй групп наблюдалось физиологическое воспаление слизистой оболочки желудка и зоны анастомоза, характерное для раннего послеоперационного периода и проявляющееся отеком, гиперемией и наличием желчи в просвете желудка. Воспаление зоны анастомоза встречалось у пациентов первой группы в 26,8% случаях и в 27% случаях у больных второй группы. После проведенного курса лечения воспалительные изменения встречались только у 5% пациентов основной группы и в 23% случаев у пациентов контрольной. Воспалительные изменения оставшейся части желудка, которые присутствовали у пациентов обеих групп в 23,2% и 24% случаях соответственно, были в основном купированы как после применения медикаментозных препаратов так и после применения магнитолазера. Проявления гастрита были визуализированы после курса лечения в первой группе в 7,3% случаях и во второй в 15,2% случаях. В раннем и позднем послеоперационном периоде могут иметь место воспалительные изменения слизистой пищевода, чаще всего связанные с функциональной недостаточностью розетки кардии (ФНРК). Пациенты нашего исследования не оказались исключением. Визуальные воспалительные изменения присутствовали в первой группе в 7,1% случаях и в 4,3% во второй до лечения. Применение магнитолазера позволило купировать воспалительный процесс в пищеводе пациентов основной группы в 100% случаях и в 97,8% у пациентов второй группы. Несмотря на то, что визуально определялись воспалительные изменения слизистой оболочки зоны анастомоза и оставшейся части желудка, часть пациентов не предъявляли никаких жалоб.

В обеих группах пациентов до начала лечебных мероприятий морфологические изменения в слизистой оболочке желудка были характерны для раннего послеоперационного периода и заключались в нормальном рельефе слизистой с наличием мукоидных веществ как на поверхности, так и в просвете некоторых ямок, представленных цилиндрическими клетками. Явления воспаления в строме клеток характеризовались наличием лимфо-плазмоцитарной и эозино-нейтрофильной инфильтрацией с присутствием фибробластов и макрофагов. Результаты наших исследований подтверждают литературные данные об изменениях слизистой оболочки, характерные для физиологического заживления раны. В раннем послеоперационном периоде происходит нарушение трофического влияния вегетативной нервной системы, перераспределение кровообращения, прогрессирование дооперационных функционально-морфологических изменений и патологическим воздействием дуоденального содержимого при еюногастральном рефлюксе [7].

В основе структурных изменений, определяющих терапевтическое действие магнитолазера, как и лазерного излучения вообще, лежит его способность улучшения крово- и лимфообращения, усиления процессов регенерации, стимулирования работы иммунной системы, купирование спастических реакций микрососудов, особенно артериолярного звена, нормализуя проницаемость их стенки, ускоряя скорость кровотока и не стимулируя опухолевый рост. За счет основных характеристик магнитолазерного излучения у пациентов основной группы в клетках ямочного эпителия определялось в 69% случаев большое количество нейтральных мукополисахаридов (НМП), а в шейках желез выявлялись и кислые гликозамингликаны (КГАГ), что говорит о стимуляции защитного слизевого барьера. В то же время непосредственно после курса магнитолазерной терапии в слизистой оставшейся части желудка сохранялось воспаление, характеризующееся наличием лимфо-плазмоцитарной инфильтрации. У пациентов контрольной группы также имело место наличие воспалительного инфильтра в слизистой оболочке после курса медикаментозной терапии, как и в основной группе, но количество нейтральных мукополисахаридов выявлялось в 30% случаев, что говорит о нарушении дифференцировки мукоцитов. При ускорении клеточного обновления возникают предпосылки для хронизации воспалительного процесса в слизистой оболочке с последующей ее атрофией.

Исследуя влияние магнитолазера на воспалительные проявления слизистой оболочки в раннем послеоперационном периоде, мы исходили из того, что микроциркуляция играет важную роль в жизнедеятельности тканей. Возможности же медикаментозного воздействия при ее нарушениях очень ограничены, что отрицательно сказывается на результатах терапевтического и хирургического вмешательств, так или иначе связанных с недостаточностью кровотока на микроциркуляторном уровне и неэффективной перфузией тканей кровью.

Заключение

Полученные результаты выявили возможность повышения эффективности лечения функциональных нарушений после удаления части желудка с помощью магнитолазера. При использовании в комбинации магнитного поля и лазерного излучения фотобиологический процесс в тканях протекает по механизму срочной адаптации, повышая защитные свойства слизистых оболочек, а также всего организма в целом.

Параметры режима воздействия с помощью магнитолазера были выбраны нами как оптимальные для получения противовоспалительного, а также репаративного эффекта, направленного на создание условий для нормализации крово- и лимфообращения в зоне воспаления и прилежащих тканях. За счет ликвидации источника воспаления и восстановления травмированных тканей и стенки сосудов уменьшались сроки заживления по сравнению с группой медикаментозного лечения, что приводило к купированию функциональных нарушений и, в итоге, к сокращению сроков лечения. Инфракрасный лазер импульсного режима, который составляет основу магнитолазерной терапии, позволяет глубоко проникать в ткани, что создает возможность воздействовать на всю их толщину, меняя расстояние от поверхности кожи и получая необходимую дозу излучения. Наличие магнитного поля усиливает данный эффект, позволяя включить реадаптационные механизмы, способные восстановить нарушенную координированную деятельность всех органов и систем. Из полученных данных были сделаны следующие выводы: во-первых – применение магнитолазера возможно в ранние сроки послеоперационного периода после удаления части желудка, так как данный метод физиотерапевтического воздействия является неинвазивным и легко переносится пациентами. Во-вторых – применение магнитолазера стимулирует рост эпителиальных клеток, усиливает процессы регенерации слизистой оболочки

оставшейся части желудка, нормализует защитный слизевой барьер. Кроме того, использование магнитолазера в раннем послеоперационном периоде также способствует повышению эффективности реабилитации больных на последующих этапах восстановительного лечения.

Список литературы

1. Белковец А.В., Курилович С.А., Решетников О.В. Наследственный рак желудка (научный обзор) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 1. С. 516–522.

2. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 250 с.

3. Антонян С.В., Антонян В.В. Рефлюкс-эзофагит у больных после резекции желудка // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2017. Т. 12. № 2. С. 141–144.

4. Евтушенко В.А., Вусик М.В., Майер Г.В. Лазеротерапия онкологических больных // Известия высших учебных заведений. Физика. 2010. Т. 53. № 5. С. 56–61.

5. Минушкин О.Н., Масловский Л.В., Шулешова А.Г., Назаров Н.С. Патогенез, диагностика и лечение рефлюкс-эзофагита у больных с оперированным желудком // Медицинский совет. 2015. № 13. С. 14–18.

6. Родионова Т.Р. Реабилитация онкологических больных с пострезекционными и постгастрэктомическими синдромами // Военная медицина. 2016. Т. 41. № 4. С. 110–116.

7. Зубеев П.С., Кудыкин М.Н. Обезболивание в послеоперационном периоде // РМЖ. Хирургия. 2013. № 15. С. 808–809.

8. Бобров О.Е., Брындиков Л.Н., Кравченко А.В. и др. Лечение болевого синдрома в онкологии: учеб.-метод. пособие / Под ред. И.П. Шлапака, Е. Яроша. Петрозаводск: ИнтелТек, 2004. 158 с.

9. Грушина Т.И. Злокачественные опухоли и физиотерапия // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2013. Т. 90. № 1. С. 70–79.

10. Чойнзонов Е.Л., Кучерова Т.Я., Евтушенко В.А., Мусабаева Л.И., Чижевская С.Ю., Балацкая Л.Н., Вусик М.В. Совершенствование метода реабилитации при лучевых реакциях у больных раком гортани: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Пути повышения эффективности онкологической службы Российской Федерации». Казань, 2009. С. 122–123.

11. Кривигина Е.В., Жигаев Г.Ф., Голубев С.С. Слизистая оболочка желудка после его резекции. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2010. Т. 73. № 3. С. 97–99.

УДК 614.821(470.53)

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАВМАТИЗМА, СВЯЗАННОГО С УПРАВЛЯЕМОЙ ПРИЧИНОЙ (ГОЛОЛЕД) НА ПРИМЕРЕ КРУПНОГО КРАЕВОГО ЦЕНТРА (ГОРОД ПЕРМЬ)

Девяткова Г.И., Мчедлишвили А.А., Щепеткова Е.Р.

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. ак. Е.А. Вагнера» МЗ РФ, Пермский край, Пермь, e-mail: gidev@mail.ru

Цель: провести анализ данных по травмам, связанным с гололедом, в динамике сезонов 2015–2016 гг. и 2016–2017 гг. на территории г. Перми. Сравнить их с данными скорой помощи и травмпунктов. Исследование состояло из трех этапов (данные официальной статистики, данные карт выездов скорой помощи (№ 110/у) и данные амбулаторных карт травмпунктов (№ 025/у). Наиболее неблагополучными по гололедному травматизму являются Индустриальный (21,22 на 1000 населения), Свердловский (16,58) и Мотовилихинский (2,79 на 1000 населения) районы. Наблюдается общая динамика увеличения числа гололедных травм, независимо от района города. Общее число случаев в сезон 2016–2017 гг. выросло в 1,06 раза, по сравнению с предыдущим. По данным Росгидромета, можно отметить, что октябрь 2016 г. был богат на дни (12 дней) с переходом температуры воздуха через 0 градусов по Цельсию. Данные «Скорой» наиболее информативны в отношении времени и места получения травмы. Отмечено, что число травм на улицах увеличивается на второй день после пика травм на придомовых территориях. Доля пострадавших около дома колеблется от 57,6% (2015 г.) до 59,2% (2017 г.). Выводы: 1) наблюдается общая динамика увеличения гололедных травм, независимо от района города. Отмечен рост в 1,06 раза; 2) нельзя исключать из анализа октябрь месяц, так как в наших широтах количество дней с переходом температуры воздуха через 0 градусов по Цельсию заметно увеличивается именно с октября; 3) общая динамика увеличения гололедных травм среди населения происходит преимущественно на придомовых территориях. Работу по профилактике травматизма в гололедный период необходимо начинать именно с уборки придомовых территорий.

Ключевые слова: травматизм, Пермский край, гололёдная травма, падение, травма на улице

THE ANALYSIS OF INDICATORS OF THE TRAUMATISM BOUND TO THE CONTROLLED REASON (ICE) ON AN EXAMPLE OF THE LARGE REGIONAL CENTRE (PERM)

Devyatkova G.I., Mchedlishvili A.A., Shchepetkova E.R.

E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, e-mail: gidev@mail.ru

To carry out the analysis of the data on the traumas, bound to ice in dynamics of seasons 2015–2016 and 2016–2017 in territory of Perm. To compare them to the data of «First aid Services» and fracture clinics. Research consisted of three stages (the data of the official statistics, given cards of departures of first aid (№ 110/u) and the data of out-patient cards of fracture clinics (№ 025/u). The most unsuccessful in Ice traumatism are Industrial (21,22 on 1000 population), Sverdlovsky (16,58) and Motovilihinsky districts (2,79 on 1000 population). The general dynamics of augmentation of number Ice traumas, irrespective of a city district is observed. Total number of cases during a season has grown 2016-2017 in 1,06 times, in comparison with the previous. According to Federal Hydrometereology and Environmental Monitoring Service, it is possible to notice that October, 2016 was rich for days (12 days) with transition of temperature of air through 0 degrees on Celsius. The data of «First aid Services» are most informative concerning time and a place of reception of a trauma. It is noticed that the number of traumas in streets is enlarged for the second day after peak of traumas on territory about the house. The share of victims about the house fluctuates from 57,6% (2015) to 59,2% (2017). Conclusions: 1) the general dynamics of augmentation ice traumas, irrespective of a city district is observed. Growth in 1,06 times is noted. 2) it is impossible to exclude from the analysis October as in our widths the quantity of days with transition of temperature of air through 0 degrees on Celsius is considerably enlarged since October. 3) the general dynamics of augmentation ice traumas among the population occurs mainly on about the house territories. Work on traumatism preventive maintenance in a glacial period begins with necessity to begin with to clean territory about the house.

Keywords: a traumatism, the Perm region, the Ice trauma, falling, trauma in the street

Травматизм и смертность от внешних причин продолжают оставаться в числе актуальных проблем здравоохранения. Они признаны предотвратимыми состояниями, однако, имеют в настоящее время высокую распространенность и тенденцию к росту [1–3]. Травматизм является проблемой в общественном здоровье и здравоохранении, обладающей высокой медицинской, социальной и экономической значимостью [2–5].

Среди всех причин смерти внешние причины занимают третье место после болезней системы кровообращения и злокачественных новообразований, а в трудоспособном возрасте устойчиво выходят на первое место. В структуре общей заболеваемости у взрослых и подростков травмы и отравления занимают второе место [4, 6, 7].

Травматизм населения – явление, которое характеризуется также последствиями травм, связанными нередко со стойкой утратой трудоспособности. Особой проблемой является высокая распространенность травм среди пожилых пациентов и детей, причиной которых

являются падения. Для них характерны более длительная госпитализация, что объясняется функциональным состоянием организма, связанным с возрастом пациента [2, 4].

Нами было проведено статистическое исследование «гололедного» травматизма, состоявшее из трех этапов (данные официальной статистики, данные выездов скорой помощи и данные амбулаторных карт травмпунктов или историй болезни стационарных пациентов). Травма считается связанной с гололедом, если пострадавший поскользнулся на территории с твердым покрытием, относящейся к убираемой (на тротуаре, остановке общественного транспорта, пешеходном переходе, рядом с жилыми домами и объектами городской инфраструктуры (торгово-развлекательные центры, магазины, аптеки, спортивные клубы, учебные заведения и др.)).

Цель исследования: провести анализ данных официальной статистики по травмам, связанным с управляемой причиной (гололед) с сезона 2015–2016 гг. (ноябрь-март) по сезон 2016–2017 гг. (октябрь – апрель) В динамике на территории г. Перми. Изучить их в сравнении с данными скорой помощи и обращением в травмпункты.

Материалы и методы исследования

Исследование состояло из трех этапов (данные официальной статистики, данные карт выездов скорой помощи (№ 110/у) и данные амбулаторных карт травмпунктов (№ 025/у). В работе приводятся официальные статистические данные за 2015–2017 гг., они были получены по запросу из Государственного казенного учреждения Министерства здравоохранения Пермского края «Пермский краевой медицинский информационно-аналитический центр». Второй источник официальной информации – данные по выездам скорой медицинской помощи г. Перми (Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Пермского края «Пермская городская станция скорой медицинской помощи».

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного нами анализа пятилетней динамики пострадавшего от гололедных травм населения г. Перми по обращениям в травмпункты (с 2014 по 2017 г.) было выявлено, что, начиная с 2014–2015 гг. наблюдается значительный рост травмированных – 7721 человек (рис. 1).

В сезон 2016–2017 гг. наблюдается рост в 1,06 раза (6,57%) (7864 человек), то есть наблюдается общая динамика увеличения гололедных травм у населения, независимо от районов города.

Необходимо также отметить, что это только те лица, которые обратились в травмпункты. Определенная часть населения не обращается за медицинской помощью вообще если травма легкая, либо по прошествии 1–3 дней обращаются в поликлиники на прием к врачу-хирургу.

В ходе исследования было определено, что среди районов города наиболее неблагополучным по гололедному травматизму является Индустриальный район. Так в 2016–2017 гг. показатель составил 21,22 на 1000 населения, что в 1,10 раза (9,61%) выше по сравнению с предыдущим годом – 19,18 на 1000 населения.

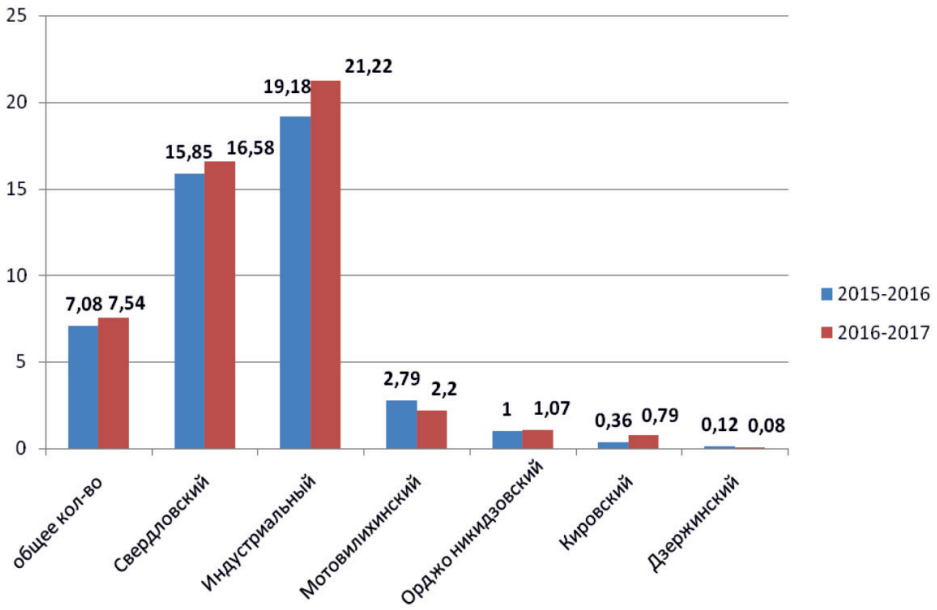


Рис. 1. Показатели гололедного травматизма по районам г. Перми в сравнении за зимние сезоны 2015–2016 и 2016–2017 гг. (на 1000 населения)

На втором месте по гололедной травме Свердловский район – 16,58 на 1000 населения в 2016–2017 гг., что в 1,04 раза выше по сравнению с предыдущим годом (и 15,85 на 1000 населения).

Третье место у Мотовилихинского района – 2,79 на 1000 населения в период 2015–2016 гг. и 2,2 на 1000 населения в 2016–2017 гг. Таким образом, при изучении случаев гололедной травмы по районам города в период 2015–2016 и 2016–2017 гг. по данным официальной статистики установлено, что наблюдается общая динамика увеличения числа гололедных травм среди населения, независимо от района города. Общее число случаев гололедного травматизма в сезон 2016–2017 гг. выросло в 1,06 раза.

Далее нами получена метеорологическая информация от Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» по сезонам с октября 2016 г. по март 2017 г. (таблица).

Количество осадков (мм), число дней переходом температуры воздуха через 0 °С

	Количество осадков, мм	Число дней с переходом температуры воздуха через 0 °С
Октябрь 2016 г.	32,3	12
Ноябрь 2016 г.	52,0	1
Декабрь 2016 г.	55,0	0
Январь 2017 г.	37,2	2
Февраль 2017 г.	50,2	7
Март 2017 г.	32,1	24

К сожалению, если бы информация была по дням и соответственно температуре и осадкам, можно было бы сделать явные выводы и найти выраженные зависимости с данными по «Скорой», так как в них мы видим всплески обращаемости сначала на придомовых территориях, затем на улицах города в течение одного дня.

Второй источник информации – данные по выездам скорой медицинской помощи г. Перми (Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Пермского края «Пермская городская станция скорой медицинской помощи» – далее ГБУЗ ПК «ПГССМП»). На основании приказа № 292 от 11 ноября 2014 г. этого учреждения здравоохранения начиная от октября 2015 г. ежедневно формируются сводки по травматическим повреждениям на придомовых территориях и улицах города раздельно.

Ниже приводится анализ по этим данным. Сразу нужно отметить, что эти данные никак не связаны с официальной статистикой, ибо та не является полной. По проведенному нами анализу, данные «Скорой» наиболее информативны в отношении времени травмы, места получения травмы (придомовая территория или уличные тротуары, дороги и дорожные сооружения), вида и характера травмы и последующей госпитализации.

Вся полученная нами информация (осень 2015, весь 2016–2017 гг.) была систематизирована и картографирована для увеличения наглядности процесса в Google Map.

У нас есть возможность изучить уровни пострадавших на придомовых территориях по сравнению с количеством пострадавших «на улицах», точнее это называется «На уличных тротуарах, дорогах и дорожных сооружениях». Это единственный год, когда были данные за октябрь месяц, в последующем, очевидно, в приказ были внесены корректировки и по октябрю данных нет.

Сразу следует сказать, что октябрь нужно обязательно включать в сбор информации по гололедным травмам, так как три месяца 2015 г. составляют от 36,6 % до 51,08 % от всего количества травм сезонов 2016 и 2017 гг. (рис. 2).

На таблице мы можем видеть, что октябрь 2016 г. был богат на дни (12 дней) с переходом температуры воздуха через 0 градусов по Цельсию. К сожалению, мы не имеем данных о пострадавших по октябрю, однако мы можем проследить увеличение количества пострадавших непосредственно по дням и по месяцам наблюдения (рис. 3–5).

Если запросить детальную информацию от Росгидромета по сезонам октябрь – ноябрь – декабрь 2015 г., «весна» – это январь – февраль – март – апрель 2016 г. и «осень» – это октябрь – ноябрь – декабрь 2016 г. и аналогичные сезоны 2017 г.

Из рис. 3–5 также видно, что число травм на улицах увеличивается на второй день после пика травм на придомовых территориях или они идут с нарастающим темпом.

Выводы

1. При изучении случаев гололедного травматизма по районам города в период 2015–2016 и 2016–2017 гг. по данным официальной статистики установлено, что наблюдается общая динамика увеличения гололедных травм населением, независимо от района города. Общее число случаев гололедной травмы в сезон 2016–2017 гг. выросло в 1,06 раза.

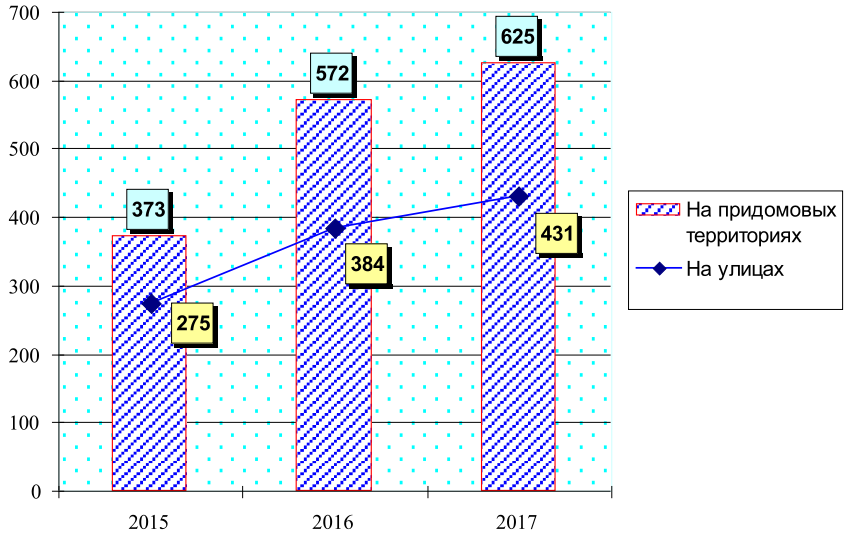


Рис. 2. Представление пострадавших от гололедных травм по месту травмы в г. Перми за 2015–2017 гг. (абс.)

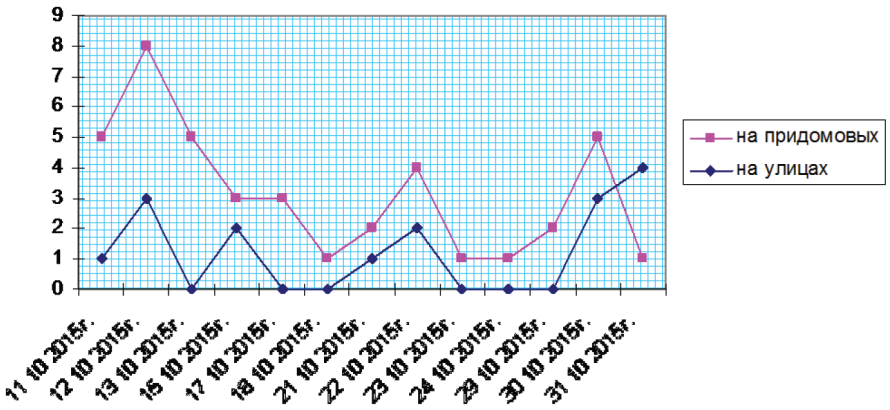


Рис. 3. Представление пострадавших от гололедных травм по дням (придомовые территории – улица) в г. Перми за октябрь 2015 г. (абс.)

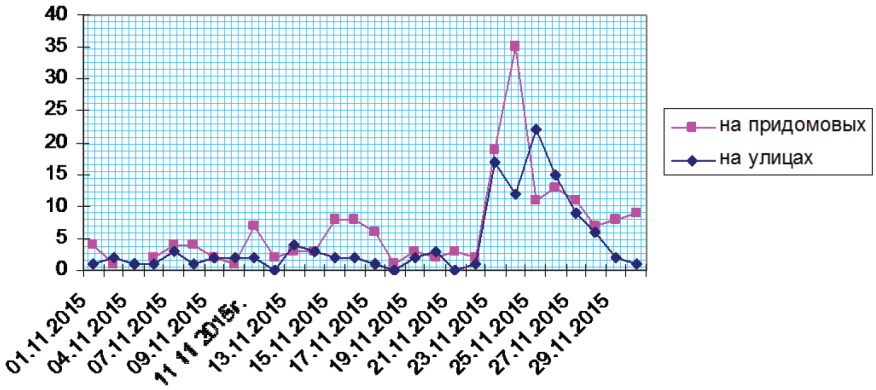


Рис. 4. Представление пострадавших от гололедных травм по дням (придомовые территории – улица) в г. Перми за ноябрь 2015 г. (абс.)

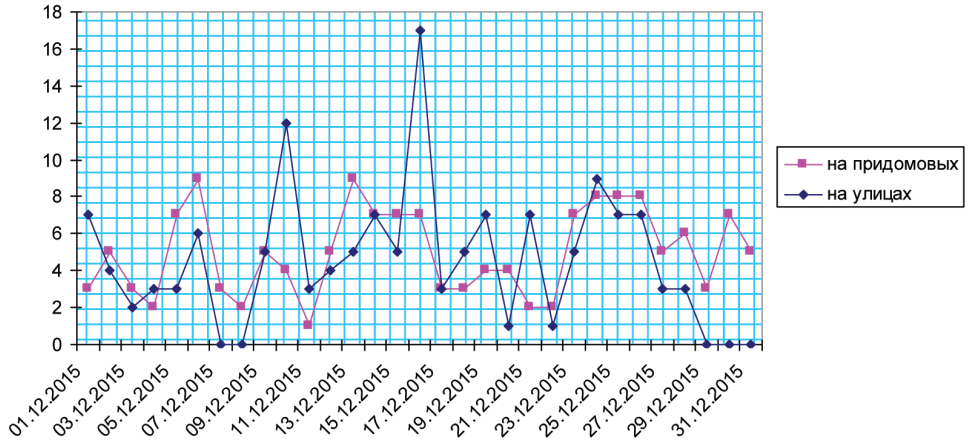


Рис. 5. Представление пострадавших от гололедных травм по дням (придомовые территории – улица) в г. Перми за декабрь 2015 г. (абс.)

2. При детальном изучении случаев гололедной травмы по районам города установлено, что исключать из анализа октябрь месяц нецелесообразно, так как пик гололедных травм начинается именно с него. Уже начиная с октября в наших широтах количество дней с переходом температуры воздуха через 0 градусов по Цельсию заметно увеличивается

Так же рис. 3–5 позволяют сделать третий вывод – борьбу за профилактику травматизма в гололедный период надо начинать с придомовых территорий. Ибо из года в год люди падают и получают серьезные травмы (сотрясения головного мозга, множественные переломы) именно около дома. Доля пострадавших около дома колеблется от 57,6% в 2015 г. до 59,8% в 2017 г. Содержание придомовых территорий находится в ведении управляющих компаний, и по нашим картам можно четко проследить, какие территории из сезона в сезон, по одним и тем же адресам не производят своевременной и надлежащей уборки.

3. Общая динамика увеличения гололедных травм среди населения происходит не столько на улицах города, сколько преимущественно на придомовых территориях. Доля пострадавших около дома колеблется от 57,6% в 2015 г. до 59,2% в 2017 г. Борьбу за профилактику травматизма в гололедный период надо начинать с придомовых территорий.

Список литературы

1. Бабушкина Е.В., Девяткова Г.И., Русаков С.В., Чечулин В.Л. Статистический анализ влияния некоторых факторов окружающей среды на смертность взрослого населения Пермского края // Пермский медицинский журнал. 2011. Т. 28. № 1. С. 98–103.

2. Сергеев С.В. Выбор оптимальных методов оперативного лечения переломов шейки бедренной кости: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.22. Москва, 1996. 34 с.

3. Меркулов, С.Е. Социально-гигиенические аспекты травматизма городского населения трудоспособного возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.33. Москва, 2008. 29 с.

4. Щепеткова Е.Р., Девяткова Г.И., Пономарев С.А. Распространенность остеопенического синдрома у детей с заболеваниями опорно-двигательного аппарата (по данным Пермского края) // Пермский медицинский журнал. 2013. № 4. С. 130–134.

5. Пономарев С.А. Особенности финансового обеспечения скорой медицинской помощи в условиях ОМС // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: http://www.science-education.ru/120-15305 (дата обращения: 11.10.2018).

6. Статистический ежегодник Пермского края. 2016: стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат). Пермь, 2016. 410 с.

7. Статистический ежегодник Пермского края. 2017: стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю (Пермьстат). Пермь, 2017. 380 с.

УДК 616-001:613.8:612.393.1

ХРОНИЧЕСКИЙ АЛКОГОЛИЗМ И ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ СУБДУРАЛЬНЫХ ГЕМАТОМ

[1,2]Жапаров Т.С., [1]Тургунбаев Б.Ж., [3]Эраалиев Б.А.

[1]Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева, Бишкек, e-mail: myktybek@rambler.ru;

[2]Национальный госпиталь Министерства здравоохранения Кыргызской Республики, Бишкек;

[3]Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации, Бишкек

В статье проведен анализ 61 истории болезни лиц, поступивших на лечение в отделение нейротравмы Национального госпиталя Министерства здравоохранения Кыргызской Республики за 2016 г. Из них 49 мужчин, 12 женщин в возрасте от 24 до 60 лет страдали алкоголизмом на протяжении 2–8 лет и перенесли черепно-мозговую травму, сопровождающуюся внутричерепной субдуральной гематомой. Среди них 22 больных принимали лечение по месту жительства по поводу хронического алкоголизма (6 из них – неоднократно). 31 больной поступил в отделение в состоянии алкогольного опьянения. У 14 больных, поступивших в период абстиненции, указаний на травму не было, но ее можно было предположить, так как в последующем выяснилось, что больные часто получали микротравмы. Это является свидетельством того, что у лиц, страдающих хроническим алкоголизмом, гематомы могут формироваться и при легкой черепно-мозговой травме. Во время операции, а также при патологоанатомическом вскрытии у больных определялись кровоизлияния в вещество головного мозга, явления венозного застоя, которые приводят к гипоксии мозговой ткани и накоплению в ней продуктов метаболизма. Сам алкоголь, воздействуя на эндотелий сосудов, обусловливает возникновение геморрагий, создает условия для множественных кровоизлияний. На операциях при удалении субдуральной гематомы наблюдается полнокровие мелких мозговых сосудов, расширение венул, артерий, резкое полнокровие мозга и мозговых оболочек. У больных обнаруживается нарушение проницаемости сосудистых стенок, периваскулярный отек, различные по своей характеристике кровоизлияния не только в пределах центральной нервной системы, но и во внутренних органах. Хронические сосудистые нарушения выявляются в виде фиброза сосудов головного мозга, аневризматических выпячиваний.

Ключевые слова: субдуральная гематома, алкоголизм, алкогольная интоксикация, травма, головной мозг

CHRONIC ALCOHOLISM AND SURGICAL TREATMENT OF SUBDURALNY HEMATOMAS

[1,2]Zhaparov T.S., [1]Turgunbaev B.Zh., [3]Eraaliev B.A.

[1]Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek, e-mail: myktybek@rambler.ru;

[2]National Hospital of the Ministry of Health of the Kyrgyz Republic, Bishkek;

[3]Kyrgyz State Medical Institute for Retraining and Advanced Studies, Bishkek

In article the analysis of 61 clinical records of persons, the pokstupivshikh on treatment is carried out to office of a neurotrauma of National Hospital Ministries of Health Kyrgyzskoy Respubliki for 2016. From them 49 men, 12 women aged from 24 up to 60 years had alcoholism for 2-8 years and a pereknesla the craniocereberal trauma which is followed by an intra cranial subduralny hematoma. Among them 22 patients accepted treatment at the place of residence concerning chronic alcoholism (6 of them – repeatedly). 31 patients have come to office in alcohol intoxication. 14 patients who have come to the period of abstinency, on a trauma had no instructions, but she could be assumed as in the subsequent it vykyasnitsya that patients often got microinjuries. It is the certificate that at the persons having hroknichesky alcoholism, hematomas can form and at a slight craniocereberal injury. During the operation, as well as during pathoanatomic autopsy in patients, hemorrhage into the substance of the brain, the phenomena of venous stagnation, which lead to hypoxia of the brain tissue and the accumulation of metabolic products in it, were determined. The alcohol, acting on the vascular endothelium leads to the occurrence of hemorrhage, creates the conditions for multiple hemorrhages. On operations at removal of a subdural hematoma the full-blood of small cerebral vessels, expansion of venules, arteries, sharp full-blood of a brain and cerebral covers at patients the violation of permeability of vascular walls, perivascular edema various on the nature of hemorrhage not only within the Central nervous system, but also in internal organs is revealed. Chronic vascular disorders are identified in the form of fibrosis of blood vessels of the brain, the aneurysmal diverticulums.

Keywords: subduralny hematoma, alcoholism, alcoholic intoxication, trauma, brain

В периодической научной литературе публикации в структуре травматизма черепно-мозговая травма (ЧМТ) находится на первых местах, составляя в процентом соотношении до 40–45 %. По статистическим данным встречаемость черепно-мозговой травмы на 1000 населения в год колеблется в пределах 1,6–7,2 случаев и является главный фактором инвалидизации и летальности среди пострадавших 40–50 лет [1, 2]. Среди больных с ЧМТ более половины от всех пострадавших составляют с различными степенями тяжести сотрясением головного мозга, 20–30 % составляют уши-

бы и в 15–20 % случаев определяются посттравматические внутричерепные гематомы различной локализации.

В литературе имеются отдельные сообщения, посвященные диагностике [2–4] и особенностям клинического течения черепно-мозговой травмы при острой алкогольной интоксикации [5–7]. Разработана определенная диагностическая [8–10] и лечебная тактика [11–13]. Однако мало изучены особенности лечения больных с субдуральными травматическими гематомами при хронической алкогольной интоксикации [13, 14]. А между тем выявлена прямая зависимость алкогольной интоксикации со стойкими изменениями в человеческом организме, влияющими на клиническую картину течения повреждения и тяжелыми исходами ЧМТ. Можно сказать, что хронический алкоголизм – это предрасполагающий фактор образования внутричерепных гематом в разные периоды (острый и отдаленные) черепно-мозговой травмы.

Следует отметить, что в проблеме черепно-мозговых повреждений важную роль имеет сочетание их с алкогольной интоксикацией. Так по информации ВОЗ 45,2 % травм связаны с тем, что пациенты были в состоянии алкогольного опьянения, также сочетание острой алкогольной интоксикации с черепно-мозговой травмой было у 30–62 % пациентов. Можно резюмировать, что алкогольная интоксикация отрицательно влияет на пострадавший головной мозг в результате черепно-мозговой травмы. Алкогольная интоксикация ведкт к значительному снижению анамнестических данных, существенно влияет на клиническую картину черепно-мозговой травмы и ведет к трудностям диагностики характера и степени тяжести черепно-мозговых повреждений.

Патогенез получения повреждений головного мозга делится на черепно-мозговые травмы первичную и вторичную. Исходным или же первичным является травматическое воздействие на кости черепа, его оболочки, на ткани, ликворную и сосудистую системы головного мозга. При этом наблюдаются нарушения структуры глиальных клеток и нейронов, происходят синаптические разрывы, вследствие тромбоза сосудов головного мозга идет нарушение целостности сосудистой стенки. Впоследствии идет уменьшение доступа АТФ и нарушается проницаемость «мемброанной помпы», которые ведут к цитотоксическому отеку или к гибели клеток. Ушиб ствола мозга, очаги ушибов, аксональные и сосудистые поражения головного мозга относятся к первичным порождениям. Вокруг очага формируется перифокальная зона, при этом клетки становятся очень чувствительными к изменениям в потреблении кислорода и питательных субстратов. Следующий этап или же второй тип повреждения – вторичные или же так называемые ишемические повреждения головного мозга, вследствие чего первичное переходит во вторичное и формируется патологическая цепочка, имеющая эволюционный характер воспаления и направленная на нарушение структуры клетки и имеющая одновременно нейропротекторное свойство [1].

Материалы и методы исследования

Мы проанализировали 61 историю болезни лиц, поступивших на лечение в отделение нейротравмы Национального госпиталя Министерства здравоохранения Кыргызской Республики за 2016 г. (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика поступивших на лечение больных, страдающих алкоголизмом

Возраст больных	Продолжительность заболевания			Всего
	от 2 до 4 лет	от 4 до 6 лет	от 6 до 8 лет	
24–30 лет	3	2	–	5
30–40 лет	6	4	1	11
40–50 лет	8	7	8	23
50–60 лет	5	8	9	22
Итого:	22	21	18	61

Все больные (49 мужчин, 12 женщин в возрасте от 24 до 60 лет) страдали алкоголизмом на протяжении 2–8 лет и перенесли черепно-мозговую травму, сопровождающуюся внутричерепной субдуральной гематомой (рис. 1).

Среди них 22 больных принимали лечение по месту жительства по поводу хронического алкоголизма (6 из них – неоднократно). 31 больной поступил в отделение в состоянии алкогольного опьянения. У 14 больных, поступивших в период абстиненции, указаний на травму не было, но ее можно было предположить, так как в последующем выяснилось, что больные часто получали микротравмы. Это является свидетельством того, что у лиц, страдающих хроническим алкоголизмом, гематомы могут формироваться и при легкой черепно-мозговой травме.

Результаты исследования и их обсуждение

В тактике хирургического лечения при хронических субдуральных гематомах в течение многих десятилетий имеется два направления: радикальное удаление гематом с использованием трепанации черепа и опорожнение гематом через фрезевые отверстия с последующим дренированием их полости. Каждое из них имеет определенные преимущества и недостатки.

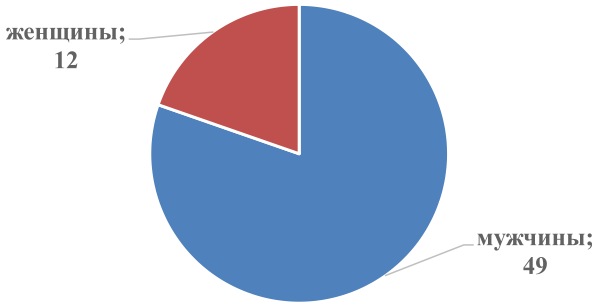


Рис. 1. Распределение больных с гематомами на фоне хронического алкоголизма по полу

Нарушение сознания, неадекватность поведения, появление скудной неврологической симптоматики явились причиной нейрохирургического обследования этих больных. Обращали на себя внимание отсутствие признаков повышения внутричерепного давления, извитость, ломкость сосудов, расширение субарахноидальных пространств, сглаженность рельефа мозга, слабая пульсация и вялое расправление мозга после устранения компрессии его гематомой. У всех больных имелись признаки старых субарахноидальных кровоизлияний в виде скопления вокруг сосудов гемосидерина зеленоватого цвета. При наличии релапса мозга с целью рентгенологического исследования возможности возникновения повторного кровотечения на арахноидальную и твердую мозговую оболочки накладывали клипсы.

У 61 больного послеоперационных кровотечений не было, однако у 5 из них на 3–7-й день после операции началось нарастание очаговой неврологической симптоматики в виде речевых и двигательных нарушений. Интерпретация причины, вызывающей нарастание неврологических симптомов, значительно затруднена. Данные ЭХО-Э оценить трудно, однако диссоциация между незначительно выраженной общемозговой и очаговой неврологической симптоматикой, а также данные рентгеновского контроля позволили распознать нарушение мозгового кровообращения по типу ишемии. Проведенное лечение оказалось успешным. Необходимо отметить, что всем больным сразу же после операции и особенно на 3–5 день после поступления проводилась активная дезинтоксикационная и седативная терапия. Делириозное состояние в нерезкой ферме было выражено лишь у 4 больных.

Частым осложнением у больных с гематомами на фоне хронического алкоголизма являются воспалительные процессы: бронхопневмония – у 9, гнойный трахеобронхит – у 11, менингоэнцефалит – у 2 больных (рис. 2). Данные литературы свидетельствуют о прямой зависимости тяжести сосудистых поражений мозга от хронического алкоголизма [3, 4].

У 20 больных с острыми субдуральными гематомами, возникшими вскоре после травмы, при поступлении состояние было тяжелым или крайне тяжелым (сопор, кома). Они оперированы в первые часы пребывания в клинике. У всех обнаружены гематомы больших размеров, мозговое вещество – с признаками ушиба: гиперемией, отечностью, вялой пульсацией или ее отсутствием. У этих больных наблюдалась склонность к нарастанию отека мозга. Всем больным с острыми субдуральными гематомами произведена резекционная декомпрессивная трепанация черепа. Разможженное мозговое вещество было отмыто у 9 больных. Твердую мозговую оболочку не ушивали, дефект ее закрывали пластическим материалом. У 13 больных были подострые субдуральные гематомы и у 10 – хронические. Они оперированы после обследований, т.е. КТГ-исследований. Гематомы удаляли костно-пластическим методом. В табл. 2 указаны исходы хирургического лечения субдуральных гематом в зависимости от тяжести состояния больных и характера оперативного вмешательства.

Алкогольное отравление приводит к нарушению мозгового кровообращения с явлениями как тромботического, так и геморрагического характера. Также алкоголь обладает двухфазным влиянием на реактивность мозговых сосудов и регионарный мозговой кровоток. Характер субдуральных гематом у больных с алкогольной интоксикацией носит грубый и с очаговыми неврологическими симптомами, приводит к быстрому нарастанию внутричерепного давления, раннему дислокационному синдрому, с нарастающим угнетением стволовых функций, частыми судорогами, глазодвигательными нарушениями, очаговыми пирамидными симптомами.

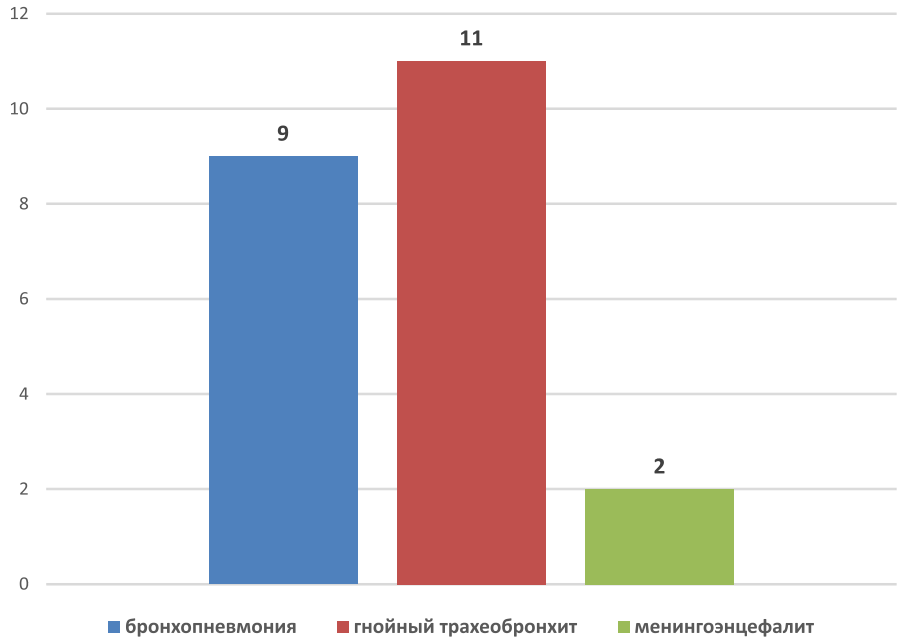


Рис. 2. Частота осложнений у больных с гематомами на фоне хронического алкоголизма

Таблица 2

Результаты хирургического лечения субдуральных гематом в зависимости: от тяжести состояния больных и характера оперативного вмешательства

Состояние тяжести	Характер оперативного вмешательства				
	КТП		КРТ		Всего
	выписано	умерло	выписано	умерло	
Удовлетворительное	8	–	2	1	11
Средней тяжести	6	1	6	2	15
Тяжелое	4	6	5	3	18
Крайне тяжелое	1	7	2	7	17
Итого:	19	14	15	13	61

Таким образом, хроническая алкогольная интоксикация – один из ведущих провокационных моментов в развитии нарушения мозгового кровообращения как тромботического, так и геморрагического характера.

Заключение

Во время операции, а также при патологоанатомическом вскрытии у больных определялись кровоизлияния в вещество головного мозга, явления венозного застоя, которые приводят к гипоксии мозговой ткани и накоплению в ней продуктов метаболизма. Сам алкоголь, воздействуя на эндотелий сосудов, обусловливает возникновение геморрагий, создает условия для множественных кровоизлияний.

На операциях при удалении субдуральной гематомы наблюдается полнокровие мелких мозговых сосудов, расширение венул, артерий, резкое полнокровие мозга и мозговых оболочек. У больных обнаруживается нарушение проницаемости сосудистых стенок, периваскулярный отек, различные по своей характеристики кровоизлияния не только в пределах центральной нервной системы, но и во внутренних органах. Хронические сосудистые нарушения выявляются в виде фиброза сосудов головного мозга, аневризматических выпячиваний.

Таким образом, опыт свидетельствует о своеобразии клинического течения и особенностях лечения больных с субдуральными гематомами на фоне хронического алкоголизма.

Список литературы

1. Жапаров Т.С., Тургунбаев Б.Ж., Эраалиев Б.А. Хирургическое лечение при ушибах головного мозга // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 10. С. 59–63.

2. Нейротравматология: справочник / Под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. М.: ИНЦ «Вазар-Ферро», 2014. С. 204–205.

3. Ромаданов А.П., Полищук Н.Е. Черепно-мозговая травма и алкогольная интоксикация: материалы I науч. конф. нейрохир. Казахстана и Средней Азии. Алма-Ата, 2017. С. 163–165.

4. Корнакова Н.М. Неврологическая симптоматика при закрытых повреждениях головного мозга в сочетании с алкогольным опьянением // Вопросы нейрохирургии. 2012. № 4. С. 13–16.

5. Ромоданов А.П., Педаченко Г.А., Полищук Н.Е., Черепно-мозговая травма при алкогольной интоксикации. Киев: Здоровье, 1982. 183 с.

6. Tome J., Sganzerla E., Spugnoi D. et al. Posttraumatic diffuse cerebral lesions / Relationship between clinical course CT finding JCP. Neurosurg. So. 2011. Vol. 35. P. 61–75.

7. Потапов А.Л., Лихтерман Л.Б., Кравчук А.Д. Хронические субдуральные гематомы. М.: АНТИДОР, 2017. 323 с.

8. Лихтерман Л.Б., Корниенко В.Н., Потапов АА. и др. Черепно-мозговая травма: Прогноз и течение исходов ЧМТ. М.: Книга ЛТД, 2013. 293 с.

9. Лихтерман Л.Б. К методологии диагноза черепно-мозговой травмы // Вопросы нейрохирургии. 2011. № 1. С. 15–19.

10. Лихтерман Л.Б., Потапов АА., Касумова С.Ю., Чабулов А. Симптомы разобщения больших полушарий и стволов мозга при тяжелой черепно-мозговой травме // Невропатология и психиатрия им. С.С. Корсакова. 1990. № 6. С. 77–81.

11. Потапов А.А., Костанян В.Ж., Зограбян С.Г. и др. Длительное сдавление головного мозга // Вопросы нейрохирургии. 2012. № 2. С. 6–10.

12. Мамытов М.М., Эстемесоз К.З., Сатиев С.С. Зависимость исходов тяжелей ЧМТ от объема лечения больных на догоспитальном этапе // Хирургия Кыргызстана. 2018. № 2. С. 4–7.

13. Мамытов М.М., Оморов Т.М. Современные аспекты диагностики и лечения черепно-мозговой травмы. Бишкек, 2018. 34 с.

14. Yen J.K., Bourke R.S., Nelson L.B. et at. Numencal grading of clinical neurological after serious head injury. J. Neurol., Neurosurg., Psychiatry. 2011. Vol. 41. P. 1125–1130.

15. Becker D.P., Jade J.F., Yong H.F. et at. Diagnosis and treatment of head injury adults, in Youmans Jr. Neurological Surgery, 3-d ed. Philadelphia: WBSaunders, 1990. P. 2017–2048.

УДК 615.035.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТОВ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ ПАТОЛОГИИ КАТАБОЛИЗМА И АНАБОЛИЗМА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ У ПОЖИЛЫХ БОЛЬНЫХ

[1]Косякова Н.И., [1,2]Захарченко М.В., [2]Шварцбурд П.М., [2]Кондрашова М.Н.

[1]Больница ПНЦ РАН, Пущино, e-mai: nelia_kosiakova@mail.ru;

[2]ФГБУН «Институт теоретической и экспериментальной биофизики» РАН, Пущино

Изучены показатели активности наиболее мощного фермента энергообеспечения митохондрий – сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и фермента гликолиза – лактатдегидрогеназы (ЛДГ) у пациентов с верифицированным диагнозом хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) на фоне терапии бронхолитиками длительного действия (ДДБ) Тиотропия бромид (Спирива Респимат 2,5 мкг/доза) в сравнении с короткодействующими (КДБ) Беродуал Н (ипратропиум бромид 20 мкг/фенотерола 50 мкг). Поддерживающая терапия ДДБ улучшает функцию легких, уменьшает одышку, повышает физическую активность, снижает риск обострений, в том числе приводящих к госпитализации. Исследованы изменения активности ЛДГ и СДГ, а также их отношение ЛДГ/СДГ, предложенное авторами как биомаркер эффекта Варбурга (ЭФВ). Показано, что биомаркер ЭФВ отражает изменения в организме гораздо чувствительнее, чем активности отдельных ферментов. На группе ДДБ показана возможность использовать отношение активности ЛДГ/СДГ в качестве доступного нетравмирующего персонифицированного показателя энергетического (катаболического) и восстановительного (анаболического) метаболизма в организме. Обнаружено, что для пожилых больных характерно неизвестное ранее уменьшение ЭФВ ниже уровня контролей. Снижение ЭФВ ниже контроля рассматривается нами как показатель ослабления роста клеток и процессов восстановления в них. В этой зоне сниженных значений ЭФВ лечебный эффект ДДБ выражается в повышении ЭФВ к уровню контролей и даже выше. Изменения ЭФВ весьма перспективны для направленного подбора метаболитов, поддерживающих терапию.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, митохондриальные ферменты, гликолиз, диагностика, терапия бронхолитиками длительного действия, энергетический обмен

EXAMINATION OF BLOOD LYMPHOCYTE ENZYMES WITH AIM TO DEVELOPMENT OF A SENSITIVE METHOD FOR DIAGNOSIS AND CORRECTION OF CATABOLISM AND ANABOLISM PATHOLOGY UNDER CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE IN ELDERLY PATIENTS

[1]Kosyakova N.I., [1,2]Zakharchenko M.V., [2]Schvartsburd P.M., [2]Kondrashova M.N.

[1]Hospital of Pushchino Scientific Center RAS, Pushchino, e-mail: nelia_kosiakova@mail.ru;

[2]Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino

The activity of succinate dehydrogenase, the most powerful enzyme of energy supply in mitochondria (SDH), and lactate dehydrogenase, the glycolysis enzyme (LDH), were examined in patients with the diagnosis – chronic obstructive lung disease. The patients take the brocholytic drug Tiotropium bromide (Spiriva Respimat 2,5 mkg) with prolonged action (PAB) as compared with short acting drug – Berodual H (Ipratropium bromide 20 mkg/ Fenoterol 50 mkg) (SAB). Supporting therapy with PAB greater increased lung function, decreased lack of breath, stimulated physical activity, diminished risk of worsening, including those leading to hospitalization. Changes in activities of LDH, SDH, as well as their ratio – LDH/SDH, proposed by the authors as biomarker of the Warburg effect (WEF) were examined. It was shown that biomarker of WEF reflects changes in the organism more sensitively than separate enzyme activities. In group of PAB the possibility was revealed to use the ratio LDH/SDH as available for work with humans, non- damaging, personified biomarker of energy (katabolic) and restorative (anabolic) metabolism in the organism. It was found that not known before decrease in WEF lower than level of controls is typical of the elderly patients. We consider the decrease in WEF lower control levels as an evidence of weakening cell growth and anabolic processes. In this range of lowered WEF.meanings the curative effect is expressed in elevation of WEF to the control level and even higher. The changes in WEF are rather perspective for the directed selection of metabolites supporting therapy.

Keywords: chronic obstructive lung disease, mitochondrial enzymes, glycolysis, diagnostics, long-acting bronchodilators therapy, bioenergetics

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) относится к наиболее распространенным заболеваниям и встречается примерно у 11,8 % мужчин и 8,5 % женщин в возрасте старше 40 лет [1, 2]. Под влиянием патогенных факторов развивается мукоцилиарная недостаточность, снижается антиоксидантная и противоинфекционная защита, что способствует развитию в бронхах хронического, периодически обостряющегося воспаления [3]. В центре энергетики клетки лежат митохондрии –

органеллы, которые объединяют основные метаболические потоки в клетке. Установлена ведущая роль митохондрий в формировании многих физиологических и патологических состояний, где центральную роль в развитии этих функциональных патологий играет нарушение нормальных процессов окисления в митохондриях [4–6]. Работами М.Н. Кондрашовой [7, 8] было показано, что активность митохондрий связана с деятельностью общих физиологических систем регуляции – симпатической и парасимпатической. Между симпатической и парасимпатической регуляцией в организме существуют взаимно противоположные, реципрокные отношения подавления активности противоположной системы при активации ее партнера. Подобная реципрокная регуляция присуща совершенным регуляторным системам на разных уровнях, в том числе и на митохондриальном. Понятие о ключевой роли сукцинатдегидрогеназы (СДГ) в энергообеспечении функциональной деятельности согласуется с работами последнего времени, показывающими определяющую роль нарушений СДГ в развитии заболеваний [9, 10]. В пределах физиологической нормы симпатическая активация усиливает энергетическое обеспечение физиологических функций за счет усиления распада жиров и углеводов. Однако симпатическая гиперактивация приводит к дисбалансу между процессами катаболизма и восстановительными биосинтетическими процессами. Восстановительные процессы начинают отставать от восполнения затрат, и это формирует дополнительный порочный метаболический круг развития патологии на уровне клеточного дыхания.

Известно влияние нервной и иммунной систем в регуляции воспаления и формировании иммунного ответа. В этой области патогенеза хронического респираторного воспаления появились новые данные о существовании особых объединений клеток нервной и иммунной систем – на различных барьерных тканях в организме [11]. В частности, таковые найдены на поверхности легких – легочные нервно-иммунные тельца – ЛНИТ [12]. По другим данным, АЦХ также участвует в чувствительности легких к воспалению. Дефицит тормозных медиаторов в пожилом возрасте может быть одной из причин ослабления процессов восстановления. Наиболее выражены патологические нарушения при хронических респираторных заболеваниях [13–15], особенно в пожилом возрасте.

Цель исследования: изучение внутриклеточных метаболических процессов по показателям активности митохондриального фермента – сукцинатдегидрогеназы (СДГ) и фермента гликолиза – лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и их отношения – эффекта Варбурга (ЭФВ) у пациентов с верифицированным диагнозом ХОБЛ на фоне терапии бронхолитиками длительного действия сравнительно с коротко действующими бронхолитиками.

Материалы и методы исследования

Исследование проведено на базе больницы ПНЦ РАН и Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (ИТЭБ РАН), одобрено локальным этическим комитетом БПНЦ РАН (протокол № 7 от 17.10.2016 г.). Все пациенты с верифицированным диагнозом ХОБЛ подписывали информированное согласие и проходили полное клинико-лабораторное и инструментальное обследование. Диагноз ХОБЛ был установлен в соответствии с рекомендациями Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, GOLD-2016 [14]. Под динамическим наблюдением в течение 12 месяцев находилось 48 пациентов с верифицированным диагнозом ХОБЛ в возрасте от 42 до 76 лет (51,2 ± 6,2 г). м. – 29, ж. – 19. Курили – 24 м. и 12 ж. Индекс курения был > 10 пачко/лет. Все пациенты имели проф. вредность: контакт с химическими веществами, горюче-смазочными материалами, условно-патогенные микроорганизмы и др., ежегодные частые (3–4 раза) простудные заболевания в осенне-зимний период, с температурой, гнойной мокротой, одышкой, которые по результатам анализа амбулаторных карт диагностировались как обострение хронического бронхита и/или ОРВИ и лечились только антибактериальными препаратами. При очередном медицинском осмотре им была проведена спирометрия на спирометре Spiro USB Micro Medical spuds 5, с использованием компьютерного приложения фирмы «Валента». С.-Петербург. Значения $ОФВ_1$ и $ОФВ_1$/ФЖЕЛ после бронхолитика (Вентолина 400 мкг) явились решающими для постановки диагноза ХОБЛ и оценки степени спирометрических нарушений. Для оценки выраженности клинических проявлений при обострении использовали опросник CAT; степень выраженности одышки оценивали по шкале mMRC. Сопутствующие заболевания имели все пациенты: сердечно-сосудистой системы (с-с-с) имели 28 пациентов (14 м. и 10 ж.); хронический риносинусит не аллергической этиологии – 12 м. и 14 ж.; хронический рецидивирующий гайморит 4 м.; сахарный диабет 2 т. (8 м. и 11 ж.); заболевания желудочно-кишечного тракта 12 м. и 15 ж., заболевания мочеполовой системы 5 м. и 8 ж. Степень тяжести по показателям ФВД определена как GOLD 1 ст. у 11 м. и 9 ж., GOLD 2 – у 15 м. и 10 ж., GOLD 3 – у 3 м. Согласно же комплексной оценке всех симптомов, данных КТГ (на аппарате марки SIMENS Somatom Emotion Германия 16-срезовый) и функционального обследования, по делению на категории ABCD пациенты ХОБЛ были распределены: «А» – симптомов меньше, низкий риск – 9 м. и 6 ж.; «В» – симптомов больше, низкий риск – 13 м. и 8 ж.; «С» – симптомов меньше, высокий риск – м 4 и 5 ж.; «D» – симптомов больше, высокий риск – 3 м.

Все пациенты до включения их в исследование не пользовались бронхолитиками ни короткого, ни

длительного действия. Методом простой рандомизации были сформированы 2 группы, сравнимые по полу, возрасту, тяжести течения заболевания.

В 1 гр. (п = 26) вошли пациенты, которым в качестве базисной терапии был назначен длительно действующий бронхолитик (ДДБ) Тиотропия бромид Респимат в дозе 5 мкг/сутки (по 2 вдоха х 1 раз в день) и которым было разрешено по потребности использовать короткодействующий бета$_2$-адреномиметик в форме ДАИ (Вентолин) в дозе 100 мкг, но не более 400 мкг/сутки; во 2 гр. (п = 22) вошли пациенты, которые использовали комбинированный короткодействующий бронхолитический препарат (КДБ), содержащий два компонента, обладающих бронхолитической активностью: ипратропия бромид – м-холиноблокатор и фенотерола гидробромид – бета$_2$-адреномиметик в форме ДАИ – 50 мкг + 20 мкг по 2 ингаляции 2 р/сутки и разрешено дополнительно его использовать по потребности, но не более еще 2 раз в сутки.

Активность фермента митохондрий СДГ и фермента гликолиза ЛДГ изучены у пациентов 1 и 2 групп; контрольную группу – 3 группа – составили лица сходного возраста. практически здоровые (п = 10), без клинико-лабораторного и инструментального подтверждения хронических заболеваний с-с-с и респираторного тракта.

Для измерения функций митохондрий использован оригинальный цитобиохимический (ЦБХ) метод, разработанный в ИТЭБ РАН [16].

Кровь для исследования у пациентов брали с 8 до 10 часов, натощак. После прокола пальца скарификатором отбирали автоматической пипеткой по 8 мкл крови. Для стандартизации получаемых мазков пользовались автоматическими устройствами для изготовления мазков (V-Sampler, Vision). Далее мазки высушивали на воздухе в горизонтальном положении в течение 10–15 мин и фиксировали в течение 30 с 60 % ацетоном, забуференным 10 мМ HEPES при комнатной температуре, pH 5,2–5,4.

Активность ферментов измеряли ЦБХ методом по восстановлению нитросинего тетразолия (НСТ) в среде, содержащей 125 мМ KCl (Sigma), 10 мМ HEPES (Sigma), 1,22 мМ нитросинего тетразолия хлорида (Dudley Chemical Corporation) со следующими добавками в течение 1 ч при 37 °С, pH строго 7,2 ± 0,05: 5 мМ янтарной кислоты (ЯНТ) – основная проба, характеризующая активность СДГ и степень адренергической регуляции в организме; лактат 5 мМ + МАЛ 5 мМ + НАД 0,5 мМ – проба, характеризующая активность гликолиза, а именно ЛДГ. Очень важным оказалось выявление сопряженных изменений аэробного гликолиза и митохондриального дыхания, т.е. соотношения ЛДГ/СДГ. Оно характеризует эффект Варбурга (ЭФВ), определяющего отношение анаболизма к катаболизму.

После инкубации мазки докрашивали ядерным красителем 0,05 % нейтральным красным в течение 8 мин при комнатной температуре.

Мазки после развития окраски НСТ микроскопировали на микроскопе (Leica-DM 2000 с цветной фотокамерой Leica DFC 425) при увеличении х100 под масляной иммерсией. Из каждого мазка набирали 100 лимфоцитов. Для количественного морфологического анализа цветных изображений использовали программу «Cell Composer», вычисляя концентрацию продукта реакции – формазана в каждой клетке.

Статистическая обработка осуществлялась с помощью пакетов прикладных программ Statistica 6.0. Различия показателей считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

На фоне проводимой терапии в течение 12 месяцев у пациентов 1 гр., получающих ДДБ, отмечена лучшая приверженность к терапии, увеличение физической активности по шкале CAT и снижение одышки по шкале mMRC. Частота обострений снизилась с 3,2 ± 0,8 до 1,6 ± 0,2, в то время как у пациентов 2 гр. наблюдения осталась практически на прежнем уровне 3,1 ± 0,6 и 2,7 ± 0,4 соответственно. Динамика клинических признаков и показателей ФВД представлена в табл. 1.

Осложнений в виде пневмоний у пациентов ни в 1, ни во 2 гр. наблюдения не наблюдалось. Длительность же курсов антибактериальной терапии во 2 гр. наблюдения была на 3,6 ± 0,8 дня дольше, чем в 1 гр. Показатели ФВД изменились мало, но имели лучшую тенденцию к увеличению значений ОФВ1 и ОФВ1/ФЖЁЛ у больных 1 гр. на фоне лечения ДДБ.

При рассмотрении по группам в целом различия изменений СДГ и ЛДГ были статистически не значимыми. Данные приведены на рис. 1.

Динамика клинических признаков и ОФВ1

Группы/Признаки	1 гр. (п = 26)		2 гр. (п = 22)	
	до лечения	ч/з 12 мес. лечения	до лечения	ч/з 12 мес. лечения
Количество обострений на 1 пациента в год	3,2 ± 0,8	1,6 ± 0,2*	3,1 ± 0,6	2,7 ± 0,4
Количество дней обострений на 1 пациента в год	12,8 ± 2,2	9,9 ± 1,9*	12,9 ± 3,1	12,5 ± 2,9
Длительность курсов антибактериальной терапии на 1 пациента в год	11,2 ± 1,8	7,2 ± 1,1*	11,8 ± 2,2	10,8 ± 1,6*
Степень одышки по шкале mMRC	2,7 ± 1,7	1,9 ± 1,4	2,8 ± 1,5	2,6 ± 1,8
ОФВ1	65,7 ± 5,8	61,8 ± 2,8	64,6 ± 1,8	66,7 ± 1,8
при $p < 0,05$				

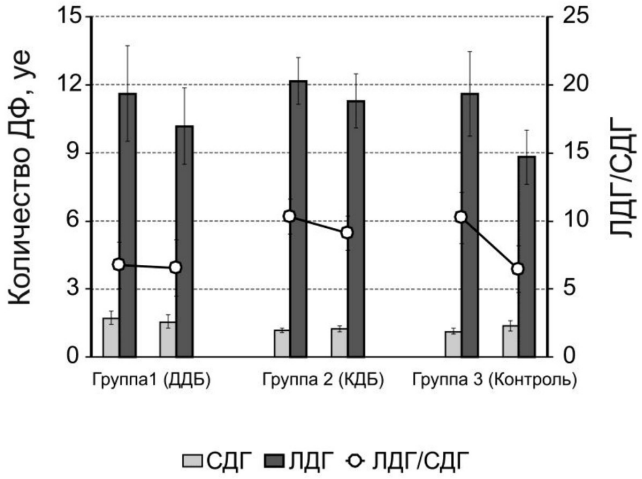


Рис. 1. Изменения активности СДГ, ЛДГ, Эффект Варбурга (ЛДГ/СДГ) в лимфоцитах крови двух групп пациентов с ХОБЛ и группе контролей при повторных измерениях через 3 месяца

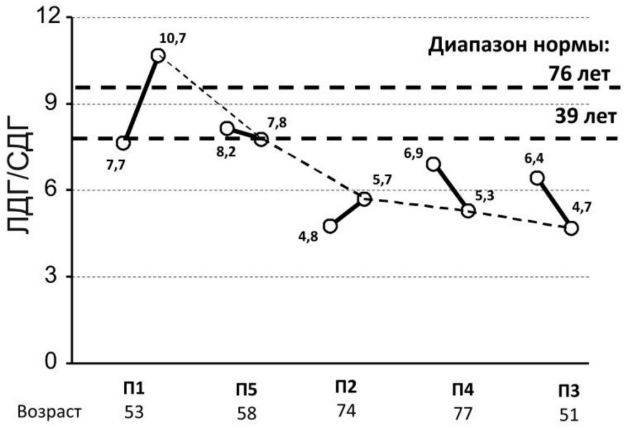


Рис. 2. Различия в показателе Эффекта Варбурга (ЛДГ/СГД) у пяти пациентов с ХОБЛ 1 группы наблюдения при повторных исследованиях через 3 месяца по сравнению с показателями группы контроля

Однако их отношение – ЛДГ/СДГ, которое мы предлагаем использовать как показатель ЭФВ в целостном организме, четко различается в разных группах. В группе пациентов, получающих ДДБ, в динамике через 3 месяца он практически не менялся (3,5–3,2 усл.ед), в группе КДБ снизился с 6 до 5,6 усл.ед. Такие низкие показатели ЭФВ ранее в литературе не описаны.

Но главное преимущество этого показателя – возможность получить персонифицированную характеристику для каждого пациента. Особенно важно это для оценки эффективности проводимой терапии. Такие данные приведены на рис. 2, где показаны результаты, полученные индивидуально для каждого пациента из пяти в группе ДДБ и выстроены в порядке уменьшения ЭФВ при повторном обследовании. Также дополнительно указана зона значений ЭФВ у контролей сходного возраста без заболеваний с-с-с и респираторного тракта – условно здоровый контроль (ЗДК). Видны персональные отличия ЭФВ в исходном состоянии пациентов и в результате лечения через 3 месяца. ЭФВ исходно наиболее высокий и на уровне нижней границе ЗДК регистрировался у пациентов № 1 и 5. У пациента № 1 в результате лечения ЭФВ поднимается даже немного выше верхней границы ЗДК, а у пациента № 5 незначительно снижается.

Совершенно иная картина у трех остальных больных. У пациента № 2 были выявлены исходно самые низкие значения

ЭФВ. Однако показатель ЭФВ повышается в результате лечения, хотя и остается в зоне низких значений. У остальных двух пациентов, пациента № 4 и пациента № 3, исходные значения ЭФВ так же повышаются на фоне лечения, хотя и остаются ниже уровня контроля. Их персональные отличия четко прослеживаются на рис. 2. Таким образом, динамика этого показателя отражает положительное влияние ДДБ на энергетический потенциал митохондрий. Характеристика по ЭФВ согласуется с клинической картиной ХОБЛ у каждого конкретного пациента. Распределение пациентов по ЭФВ позволило выявить тех больных ХОБЛ, у которых был выше риск по частоте и тяжести обострений, что впоследствии и наблюдалось у данных пациентов. Так, пациент № 2 дал в дальнейшем очередное обострение ХОБЛ. Поэтому использование ЦБХ анализа в клинической практике может упростить и ускорить персональную характеристику больных и оценить эффективность проводимой терапии, спрогнозировать очередное обострение ХОБЛ. На протяжении почти столетия ЭФВ исследовался преимущественно при ускоренном росте, в первую очередь злокачественном, а также при физиологическом росте организма на разных этапах его развития. Его повышение соответствовало увеличению интенсивности роста. Однако это повышение рассматривали как недостаток растущей клетки в энергообеспечении. Согласно последним представлениям повышение ЭФВ не является дефектом для растущей клетки, так как она не нуждается в большом количестве энергии, а нуждается в увеличении веществ для биосинтезов [17–19]. С этой целью происходит переключение дыхания на гликолиз, который рассматривается как показатель интенсивности биосинтезов и роста клеток. Активность ЛДГ является маркером усиления гликолиза, а СДГ – изменений дыхания. Показатель отношения ЛДГ/СДГ – ЭФВ наиболее информативен, так как он интегрально отражает переключение двух таких огромных систем, как гликолиз и дыхание. Снижение ЭФВ, которое было выявлено у пожилых больных, ранее в литературе не описывалось. Продолжая новые представления о том, что высокий ЭФВ отражает ускоренные восстановительные процессы, можно предположить, что уменьшение ЭФВ ниже контроля указывает на ослабление роста, а также на снижение восстановительных процессов. Тогда следует ожидать, что лечебный эффект должен выразиться в повышении ЭФВ даже при исходных низких его значениях. Изменения ЭФВ при лечении ДДБ доказывают это предположение. Даже на фоне очень низкого исходного ЭФВ, как у пациента 2, лечение ДДБ позволяет поднять этот показатель, хотя он и остается в зоне низких значений. Возможно, это даже более сильный лечебный эффект, для больного с исходно буквально катастрофически сниженным ЭФВ, чем поддержание на более высоком уровне при исходно лучшем состоянии. При наблюдении в динамике за пациентом № 2 было установлено, что нового обострения в течение последующих трех месяцев не наблюдалось, а ЭФВ продолжал постепенно возростать.

Заключение

Длительная поддерживающая терапия ДДБ (Спирива Респимат) у пациентов с ХОБЛ значительно улучшает функцию легких, уменьшает одышку, повышает физическую активность и снижает риск обострений, в том числе приводящих к госпитализации. Ферменты митохондрий и гликолиза лимфоцитов отражают снижение энергетического обмена у пациентов ХОБЛ, а соотношение ЛДГ/СДГ оказалось более чувствительным показателем изменений энергетического обмена, чем активность отдельных ферментов. Использование разработанного чувствительного метода комплексной оценки функционального состояния организма в клинической практике расширит возможности применения результатов фундаментальных исследований в области медицины и физиологии.

Особенно перспективно применение показателя ЭФВ как биомаркера соотношения энергетического (катаболического) и восстановительного (анаболического) метаболизма в организме. С целью коррекции патологических нарушений метаболизма в последние годы расширяется применение метаболитов, в том числе субстратов окисления в митохондриях, связывающих по данным авторов субстратную и гормональную регуляцию.

Изменения ЭФВ позволят проводить более направленный подбор метаболитов, поддерживающих лекарственную терапию.

Список литературы

1. Овчаренко С.И. Хроническая обструктивная болезнь легких: реальная ситуация в России и пути ее преодоления // Пульмонология. 2011. № 6. С. 69–72.

2. Buist A.S., McBurnie M.A., Vollmer W.M. et al. International variation in the prevalence of COPD (the BOLD study): a population-based prevalence study. Lancet, 2007. vol. 370. P. 741–750.

3. Чучалин А.Г. Пульмонология: Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 800 с.

4. Bonnard C., Durand A., Peyrol S., Chanseaume E., Chauvin M-A., Morio B., Vidal H., Rieusset J. Mitochondrial

dysfunction results from oxidative stress in the skeletal muscle of diet-induced insulin-resistant mice. J. Clin. Invest. 2008. vol. 118. no. 2. P. 789–800.

5. Bowler R.P. Oxidative stress in the pathogenesis of asthma. Curr. Allergy Asthma Rep. 2004. vol. 4. no. 2. P. 116–122.

6. Chung K.F. Molecular mechanisms of oxidative stress in airways and lungs with reference to asthma and chronic obstructive pulmonary disease. Ann N-Y Acad Sci, 2010. vol. 203. P. 85–91.

7. Кондрашова М.Н. Взаимодействие метаболической и гормональной регуляции (биоэнергетические аспекты) // Регуляторы энергетического обмена: материалы IX Российского Национального конгресса «Человек и лекарство». М., 2002. С. 16–25.

8. Кондрашова М.Н. Сигнальные свойства янтарной и кетоглутаровой кислот в колебательном взаимодействии цикла Кребса с симпатико-парасимпатической нервной системой // Рецепция и внутриклеточная сигнализация: материалы конференции. Пущино, 2005. С. 249–253.

9. Сухоруков В.С. Очерки митохондриальной патологии. М.: ИД «Медпрактика-М», 2011. 288 с.

10. Ercan H., Birben E., Dizdar E., Keskin O., Karaaslan C., Soyer O.U., Dut R., Sackesen C., Besler T., Kalayci O. Oxidative stress and genetic and epidemiologic determinants of oxidant injury in childhood asthma. J. Allergy Clin Immunol. 2006. vol. 118. no. 5. P. 1097–1104.

11. Veiga-Fernandes H., Artis D. Neuronal–immune system cross-talk in homeostasis. Science. 2018. vol. 359. is. 6383. P. 1465–1466.

12. Sui P., Wiesner D.L., Xu J., Zhang Y., Lee J., Van Dyken S., Lashua A., Yu C., Klein B.S., Locksley R.M., Deutsch G., Sun X. Pulmonary neuroendocrine cells amplify allergic asthma responses. Science. 2018. vol. 360. is. 6393. P. eaan8546.

13. Wiegman C.H., Michaeloudes C., Haji G., Narang P., Clarke C.J., Russell K.E., Bao W., Pavlidis S., Barnes P.J., Kanerva J., Bittner A., Rao N., Murphy M.P., Kirkham P.A., Chung K.F., Adcock I.M. Oxidative stress–induced mitochondrial dysfunction drives inflammation and airway smooth muscle remodeling in patients with chronic obstructive pulmonary disease. J. Allergy Clin Immunol. 2015. vol. 136. no. 3. P. 769–780.

14. Vestbo J., Hurd S.S., Agustí A.G., Jones P.W., Vogelmeier C., Anzueto A., Barnes P.J., Fabbri L.M., Martinez F.J., Nishimura M., Stockley R.A., Sin D.D., Rodriguez-Roisin R. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (GOLD). Am J Respir Crit Care Med. 2013. vol. 87. no. 4. P. 347–365.

15. Косякова Н.И., Захарченко М.В., Кондрашова М.Н. Ферменты энергетического обмена в патогенезе атопической бронхиальной астмы // Российский аллергологический журнал. 2017. № 1. С. 71–73.

16. Кондрашова М.Н., ОАО ДИОД, Захарченко М.В., Хундерякова Н.В., Маевский Е.И. Цитобиохимический способ определения активности сукцинатдегидрогеназы, окисления эндогенной янтарной кислоты, сигнального действия микромолярных концентраций янтарной кислоты, его применение для количественной оценки уровня адренергической регуляции в организме, среда и набор для осуществления. Патент России № 2364868.2009. Бюл. № 2364868.

17. Carey B.W., Finley L.W., Cross J.R., Allis C.D., Thompson C.B. Intracellular α-ketoglutarate maintains the pluripotency of embryonic stem cells. Nature. 2015. vol. 518. P. 413–416.

18. Ward P.S., Thompson C.B. Signaling in control of cell growth and metabolism. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2012. vol. 4. no. 7. P. a006783.

19. Ward P.S., Thompson C.B. Metabolic reprogramming: a cancer hallmark even Warburg did not anticipate. Cancer Cell. 2012. vol. 21. no. 3. P. 297–308.

УДК 614:314.4(470)

ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СМЕРТНОСТИ В РАЗРЕЗЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Лещенко Я.А., Лисовцов А.А.

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск, e-mail: a.a.lisovtsov@gmail.com

Цель исследования – оценить количественные и структурные характеристики смертности населения федеральных округов Российской Федерации в 2016 г. Статистические данные получены из баз данных Росстата и из демографических ежегодников России. Для сравнительного анализа использовали показатели смертности, стандартизованные на основе европейского возрастного стандарта. Выявлена четкая тенденция повышения уровня общей смертности в направлении от западных к восточным регионам страны, что можно обозначить как восточный вектор смертности. Наиболее неблагоприятная ситуация со смертностью отмечалась в Дальневосточном и Сибирском округах, со значительным «отрывом» от остальных округов. Наибольшие суммарные безвозвратные демографические потери в указанных макрорегионах обусловили (в порядке убывания значимости): болезни системы кровообращения, новообразования, внешние причины заболеваемости и смертности. По изученному медико-демографическому критерию самый низкий уровень санитарно-эпидемиологического благополучия и, соответственно, самое низкое качество жизни на период его оценки (2016 г.) имели место в Сибири и на Дальнем Востоке. Российское государство должно уделять особое внимание этим регионам как имеющим важнейшее значение для социально-экономического развития страны, поддержания высокого уровня её обороноспособности и геополитического статуса.

Ключевые слова: смертность, федеральные округа

FEATURES OF TERRITORIAL DIFFERENTIATION OF MORTALITY UNDER THE FEDERAL DISTRICTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Leshchenko Ya.A., Lisovtsov A.A.

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, e-mail: a.a.lisovtsov@gmail.com

The aim of the study is to assess the quantitative and structural characteristics of the mortality rate of the population of the federal districts of the Russian Federation in 2016. Statistical data is obtained from the Rosstat databases and from the Demographic Yearbooks of Russia. For a comparative analysis, mortality rates standardized on the basis of the European age standard were used. A clear trend has been revealed towards an increase in the overall mortality rate in the direction from the western to the eastern regions of the country. That can be described as the eastern vector of mortality. The most unfavorable mortality situation was noted in the Far Eastern and Siberian districts, with a significant margin from the rest of the districts. The largest total irreversible demographic losses in these macro-regions caused (in decreasing order of importance): circulatory system diseases, neoplasms, external causes of morbidity and mortality. According to the studied medical and demographic criteria, the lowest level of sanitary and epidemiological well-being and, consequently, the lowest quality of life for the period of its assessment (2016) took place in Siberia and the Far East. The Russian state should pay special attention to these regions as being crucial for the country's socio-economic development, maintaining a high level of its defense capability and geopolitical status.

Keyword: mortality, federal districts

Регулярные исследования характеристик безвозвратных демографических потерь в регионах и макрорегионах позволяют выявлять особенности территориальной дифференциации смертности, присущие населению страны на разных этапах её развития [1–3]. Эти материалы являются важной популяционной характеристикой, на основе которой становится возможным оценивать эффективность социально-экономической и демографической политики и осуществлять её планирование [4–6].

Цель исследования: оценить количественные и структурные характеристики смертности населения федеральных округов Российской Федерации в 2016 г.

Материал и методы исследования

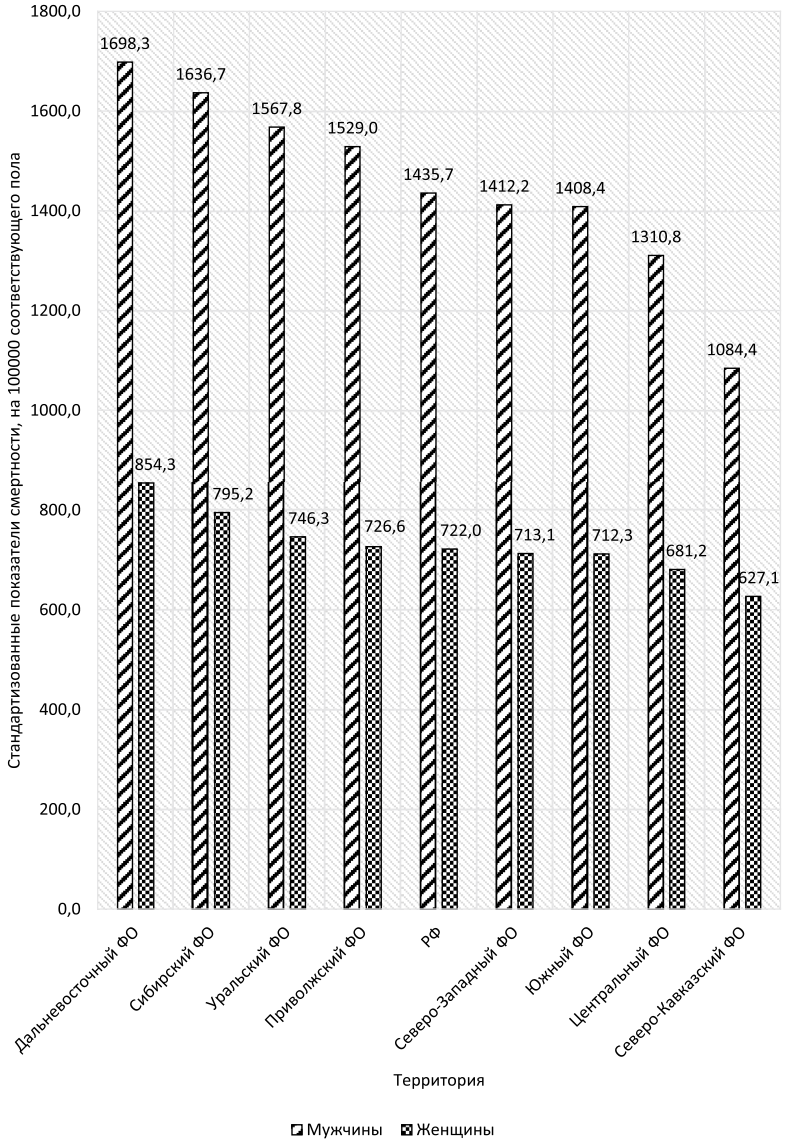
Статистические данные получены из баз данных Росстата и из демографических ежегодников России. Для проведения расчетов и эпидемиологического анализа изучаемого явления были определены количественные и качественные характеристики смертности в федеральных округах в 2016 г. и оценены различия между ними. С целью элиминации влияния возрастного фактора для сравнительного анализа использовали показатели смертности, стандартизованные на основе европейского возрастного стандарта.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведённого сравнительного анализа стандартизованных показателей общей смертности и показателей смертности по основным классам причин смерти

мужчин и женщин в 2016 г. выявлены следующие особенности. Федеральные округа распределились в порядке убывания значений стандартизованных показателей общей смертности мужчин следующим образом: Дальневосточный, Сибирский, Уральский, Приволжский, Северо-Западный Южный, Центральный, Северо-Кавказский округа (рисунок). Стандартизованный показатель общей смертности мужского населения превышал среднероссийский уровень в 4-х округах (в порядке возрастания различий): Приволжском, Уральском, Сибирском, Дальневосточном. Следовательно, наиболее неблагоприятная ситуация отмечалась в Дальневосточном и Сибирском округах, где уровни смертности мужчин (1698,3 и 1636,7‰) были выше среднероссийского показателя на 8,2–14,0% соответственно.

Стандартизованные среднероссийские показатели общей смертности женщин (627,1–713,1‰) были на 49,7–52,0% ниже соответствующих показателей мужчин. Иерархия округов по этим показателям оказалась сходна с таковой применительно к мужскому населению: аналогичным образом наиболее неблагоприятная ситуация отмечалась в Дальневосточном и Сибирском округах, где стандартизованные показатели общей смертности женщин в 2016 г. были, соответственно, на 9,7–10,1% выше среднероссийского уровня. Наименьшие уровни смертности женщин отмечались в Центральном и Северо-Кавказском округах.



Стандартизованные показатели смертности мужчин и женщин в федеральных округах в 2016 г., на 100000 человек соответствующего пола

Таблица 1

Стандартизованные показатели смертности мужчин и женщин
по основным классам причин смерти в федеральных округах РФ в 2016 г.
(число умерших на 100000 человек соответствующего пола)

Федеральный округ	Все причины	Инфекционные болезни	Новообразования	Болезни системы кровообращения	Болезни органов дыхания	Болезни органов пищеварения	Внешние причины смерти	Все причины	Инфекционные болезни	Новообразования	Болезни системы кровообращения	Болезни органов дыхания	Болезни органов пищеварения	Внешние причины смерти
	Мужчины							Женщины						
РФ	1435,7	32,8	241,4	647,4	71,7	77,8	178,2	722,0	12,7	122,4	345,1	18,8	39,8	41,9
Центральный	1310,8	15,8	230,1	593,8	67,0	73,5	150,3	681,2	6,6	121,6	325,2	18,1	36,9	35,2
Северо-Западный	1412,2	25,2	259,1	706,4	64,2	73,6	171,1	713,1	11,5	139,1	383,2	20,1	40,5	41,9
Южный	1408,4	31,7	270,4	643,9	57,8	83,7	167,8	712,3	8,7	124,7	387,7	16,0	30,7	32,6
Северо-Кавказский ФО	1084,4	11,8	181,1	551,8	55,2	56,1	92,1	713,1	11,5	139,1	383,2	20,1	40,5	41,9
Приволжский	1529,0	34,6	236,6	667,7	78,4	87,6	204,8	726,6	13,3	110,6	329,2	16,0	41,7	46,6
Уральский	1567,8	58,7	263,8	694,1	77,0	79,8	213,2	746,3	22,3	126,4	349,6	18,4	43,7	51,2
Сибирский	1636,7	64,9	284,5	686,9	99,7	79,4	226,4	795,2	25,4	136,0	367,5	25,3	45,0	56,3
Дальневосточный	1698,3	35,0	271,6	770,2	85,6	97,0	236,2	854,3	12,7	135,2	409,1	28,0	58,2	53,2

Установить факторную детерминированность смертности позволяет анализ безвозвратных потерь по причинам смерти. Проведён сравнительный анализ стандартизованных показателей смертности по основным (ведущим) классам причин в 2016 г. (табл. 1).

Причины смертности объединяют в две большие группы. Первая – экзогенные причины, к которым относят, прежде всего, класс внешних причин заболеваемости и смертности, класс инфекционных и паразитарных болезней, класс новообразований (наибольшая доля злокачественных новообразований в промышленно развитых странах обусловлена канцерогенным действием техногенных факторов окружающей среды), а также, в значительной мере, класс болезней органов дыхания [7]. В данной группе большую роль играют факторы здоровьеразрушительного образа жизни (алкоголизм, наркомания, табакокурение) и различные формы девиантного и делинквентного поведения (суициды, убийства, преступность).

Вторую группу причин смерти составляют так называемые эндогенные и квазиэндогенные заболевания, обусловленные главным образом онтобиологическими процессами старения организма и генетическими факторами. В данную группу объединяют хронические болезни системы кровообращения, органов пищеварения, хронические неспецифические заболевания легких, (часть новообразований) и др. Значительный сегмент смертности по классу болезней системы кровообращения (острые сосудистые поражения сердца и мозга) могут также обусловливать факторы социальной дезадаптации и психосоциального стресса [8–10].

Рассмотрим первую группу причин смерти, прежде всего, класс внешних причин заболеваемости и смертности. По данному классу сразу обращает на себя внимание четко выраженный восточный вектор возрастания уровня смертности в контингентах мужчин и женщин – от минимального уровня в Северо-Кавказском округе (мужчины – 92,1‰, женщины – 41,9‰) до максимального уровня в Дальневосточном округе (236,2 и 53,2‰ соответственно). Такая же закономерность действовала в отношении класса инфекционных и пара-

зитарных болезней, но в мужском контингенте вектор возрастания безвозвратных потерь ограничился Сибирским ФО, поскольку в Дальневосточном ФО стандартизованный показатель смертности оказался ниже, чем в Сибирском и Уральском округах, и был практически одинаков с показателем по Приволжскому ФО (35,0 и 34,6‰ соответственно). Высокий уровень смертности от болезней органов дыхания мужчин и женщин также отмечался в Сибирском (99,7 и 25,3‰) и Дальневосточном (85,6 и 28,0‰) округах. По нашему мнению (и мнению других авторов), показатель смертности по классу внешних причин – чувствительный индикатор психосоциального благополучия/неблагополучия, которое, в свою очередь, является важнейшим психосоциальным компонентом качества жизни [11–13].

По классу болезней системы кровообращения наибольшие уровни смертности мужчин и женщин (по стандартизованным показателям) были зарегистрированы в Дальневосточном (770,2 и 409,1‰) и Северо-Западном (706,4 и 383,2‰) округах. Эти особенности смертности по данному классу не имеют какой-либо географической векторной направленности, и, по-видимому, формируются под воздействием сложного комплекса факторов. Для выявления особенностей смертности по данному классу применительно к отдельным федеральным округам требуется проведение специальных региональных исследований.

По классу новообразований наибольшие уровни смертности мужчин (по стандартизованным показателям) были зарегистрированы в Сибирском (284,5‰) и Дальневосточном (271,6‰) округах. Наибольшие уровни смертности женщин по данному классу отмечались (в порядке убывания значения) в Северо-Западном (139,1‰), Северо-Кавказском (139,1‰), Сибирском (136,0‰), Дальневосточном (135,2‰) округах.

Ещё одним классом заболеваний и причин смерти, формируемых главным образом по механизму накопленного действия, является класс болезней органов пищеварения (XI класс по международной классификации болезней 10 пересмотра – МКБ-10). Следует иметь в виду, что в данном классе среди болезней, регистрируемых в основном как патология эндогенного (онтобиологического) генеза, значительный процент может приходиться на болезни печени инфекционной и алкогольной этиологии (т.е. латентную экзогенную патологию) [14, 15].

В распределении федеральных округов по показателям смертности мужчин от болезней органов пищеварения не отмечено какой-либо географической специфики. Наибольшие уровни смертности мужчин по данному классу отмечались в Дальневосточном (97,0‰), Приволжском (87,6‰) и Южном (83,7‰) округах. В распределении округов по показателям смертности женщин от болезней данного класса проявлялся восточный вектор: уровень безвозвратных потерь последовательно возрастал в Уральском (43,7‰), Сибирском (45,0‰) и Дальневосточном (58,2‰) округах.

Важно определить, за счет какой патологии сформировались наибольшие суммарные безвозвратные демографические потери в Дальневосточном и Сибирском федеральных округах. В Дальневосточном ФО наибольшие масштабы безвозвратных потерь обусловили (в порядке убывания значимости): среди мужчин – болезни системы кровообращения, новообразования, внешние причины заболеваемости и смертности; среди женщин – болезни системы кровообращения, новообразования, болезни органов пищеварения (табл. 1). В Сибирском ФО наибольшие масштабы безвозвратных потерь обусловили: как среди мужчин, так и среди женщин – болезни системы кровообращения, новообразования, внешние причины заболеваемости и смертности.

В табл. 2 представлены результаты ранжирования федеральных округов по стандартизованным показателям смертности от всех причин, а также суммам позиций, занимаемых территориями по отдельным классам, для мужского и женского населения в 2016 г. Сибирский ФО занимал самое неблагоприятное – восьмое место по показателям смертности мужчин от инфекционных и паразитарных болезней, новообразований, болезней органов дыхания. Дальневосточный ФО занимал восьмое место по уровню смертности от болезней системы кровообращения, органов пищеварения и внешних причин заболеваемости и смертности.

По показателям смертности женщин по классам инфекционных и паразитарных болезней, внешних причин смерти восьмое место занимал Сибирский ФО, по классам болезней системы кровообращения, органов дыхания, органов пищеварения – Дальневосточный ФО, по классу новообразований – Северо-Западный ФО.

По сумме ранговых мест Сибирский и Дальневосточный округа занимали самые неблагоприятные позиции с заметным отрывом от остальных регионов.

Таблица 2

Ранжирование федеральных округов по сумме номеров позиций, занимаемых регионом по отдельным классам причин смертности в 2016 г., для мужского и женского населения

	Инфекционные болезни	Новообразования	Болезни системы кровообращения	Болезни органов дыхания	Болезни органов пищеварения	Внешние причины смерти	Сумма рангов
Мужчины							
Северо-Кавказский ФО	1	1	1	1	1	1	6
Центральный ФО	2	2	2	4	2	2	14
Южный ФО	4	6	3	2	6	3	24
Северо-Западный ФО	3	4	7	3	3	4	24
Приволжский ФО	5	3	4	6	7	5	30
Уральский ФО	7	5	6	5	5	6	34
Сибирский ФО	8	8	5	8	4	7	40
Дальневосточный ФО	6	7	8	7	8	8	44
Женщины							
Северо-Кавказский ФО	1	1	3	6	1	1	13
Центральный ФО	2	3	1	3	3	3	15
Южный ФО	3	4	7	2	2	2	20
Приволжский ФО	6	2	2	1	5	5	21
Северо-Западный ФО	4	8	6	5	4	4	31
Уральский ФО	7	5	4	4	6	6	32
Сибирский ФО	8	7	5	7	7	8	42
Дальневосточный ФО	5	6	8	8	8	7	42

При анализе территориальной дифференциации общей смертности обнаружена четкая тенденция повышения уровня данной характеристики при движении с запада на восток, что можно обозначить как восточный вектор смертности. В соответствии с этой тенденцией наиболее неблагоприятная ситуация со смертностью отмечалась в Дальневосточном и Сибирском округах, причём со значительным «отрывом» от остальных округов. Структурный анализ показал, что этот «отрыв» в Дальневосточном и Сибирском федеральных округах обусловили главным образом болезни системы кровообращения, новообразования, внешние причины заболеваемости и смертности.

Заключение

Уровень смертности населения является важнейшим индикатором социального (санитарно-эпидемиологического) благополучия и качества жизни общества. Результаты сравнительного анализа стандартизованных показателей общей смертности и смертности по классам причин убедительно свидетельствуют о том, что по изученному медико-демографическому критерию самый низкий уровень санитарно-эпидемиологического благополучия и, соответственно, самое низкое качество жизни на период его оценки (2016 г.) имели место в Сибири и на Дальнем Востоке. Следовательно, федеральная власть должна уделять особое внимание этим регионам как имеющим важнейшее значение для социально-экономического развития страны, поддержания высокого уровня её обороноспособности и геополитического статуса на мировой арене.

Список литературы

1. Соболева С.В. Демографическая ситуация в Сибири на фоне общероссийских тенденций // Регион: экономика и социология. 2014. № 2 (82). С. 97–115.

2. Захаренков В.В., Виблая И.В. Медико-демографические процессы в Сибирском федеральном округе // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2015. Т. 23. № 3. С. 3–7.

3. Мотрич Е. Демографическая ситуация на Дальнем Востоке России: основные тренды и вызовы // Народонаселение. 2016. № 1–1 (71–1). С. 25–33.

4. Щепин О.П., Белов В.Б., Роговина А.Г. Современная медико-демографическая ситуация в России // Пробл. соц. гиг., здравоохр. и истории мед. 2009. № 6. С. 3–8.

5. Лещенко Я.А. Проблемы социально-демографического развития Сибири // Проблемы прогнозирования. 2010. № 6. С. 94–102.

6. Вишневский А. Демографический кризис в России // Russie. Nei. Visions, № 41, июнь 2009. URL: https://www.ifri.org/ru/publications/enotes/russieneivisions/demograficheskiy-krizis-v-rossii (дата обращения: 05.11.2018).

7. Григорьев Ю.А., Соболева С.В. Экзогенная и эндогенная детерминация смертности в Сибирском федеральном округе // Регион: Экономика и Социология. 2012. № 2 (74). С. 86–103.

8. Гундаров А.И. Демографическая катастрофа в России: причины и пути преодоления // Почему вымирают русские М.: Изд-во ЭКСМО. 2004. С. 109–212.

9. Величковский Б.Т. Социальный стресс, трудовая мотивация и здоровье. М., 2004. 20 с.

10. Лещенко Я.А., Боева А.В., Гольцова Е.В., Григорьев Ю.А., Лещенко О.Я., Рогачева О.А., Рященко С.В. Развитие человеческого потенциала Сибири: проблемы социального воспроизводства регионального сообщества: монография / Отв. ред Я.А. Лещенко, науч. ред. О.А. Кармадонов. Иркутск: Изд-во Оттиск, 2013. 514 с.

11. Величковский Б.Т. Жизнеспособность нации. Взаимосвязь социальных и биологических механизмов в развитии демографического кризиса и изменении здоровья населения России. 2-е изд. исп. и доп. М.: РАМН, 2012. 256 с.

12. Лещенко Я.А., Лисовцов А.А. Смертность, условия жизнедеятельности подростков и молодёжи Сибири в 1990–2000 гг. // Бюл. Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. 2013. № 1. С. 91–96.

13. Лещенко Я.А. О подходах к исследованию аффективной составляющей качества жизни общества // Регион: экономика и социология. 2014. № 2(82). С. 155–169.

14. Иванова А.Е. Тенденции смертности в России и резервы сокращения её от преодолимых причин // Демографические перспективы России и задачи демографической политики: матер. науч.-практ. конф. М.: Экон-Информ, 2010. С. 27–37.

15. Петрунько И.Л., Гришина Л.П. Мероприятия по снижению смертности от заболеваний органов пищеварения населения Иркутской области // ЭНИ Забайкальский медицинский вестник. 2017. № 3. С. 56–61.

УДК 614.76:553.98

ПРИЧИННАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ФАКТОРАМИ РИСКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗАВИСИМОЙ ПАТОЛОГИИ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Андрюшин И.Б.

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, e-mail: professor121@rambler.ru

Загрязнение атмосферного воздуха вносит значительный вклад в формирование рисков здоровью, являясь причиной развития многих заболеваний. Цель работы: оценка вклада основных загрязнителей атмосферы в районах добычи нефти в развитие эколого-зависимой патологии среди населения, проживающего в нефтедобывающих регионах. Методы. Статистическое исследование с применением сравнительного и регрессионного анализов для определения связей между объемом выбросов твердых веществ, SO_2, NO_2 и CO, поступающих в атмосферный воздух, и заболеваемостью взрослого населения в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах (ХМАО и ЯНАО), а также вклада этих поллютантов в развитие неинфекционной патологии. Результаты. При сравнительном анализе с Уральским федеральным округом и Российской Федерацией установлено, что в изучаемых регионах выше уровень заболеваемости новообразованиями, болезнями крови и кроветворных органов, болезнями эндокринной, мочеполовой, костно-мышечной систем, органов пищеварения и врожденных пороков развития. Кроме того, в ЯНАО выше, чем в ХМАО и на территориях сравнения, общий уровень заболеваемости, а также заболеваемости болезнями органов дыхания, мочеполовой и костно-мышечной систем. Вывод. Существующие объемы выбросов твердых веществ, SO_2, NO_2 и CO в атмосферу ХМАО и ЯНАО оказывают значительное влияние на развитие болезней нервной системы, системы кровообращения и мочеполовой системы среди взрослого населения нефтедобывающих регионов.

Ключевые слова: объем выбросов, загрязнение атмосферного воздуха, заболеваемость

CAUSATION RISK FACTORS ENVIRONMENTALLY-DEPENDENT PATHOLOGY AMONG THE POPULATION IN OIL-PRODUCING REGIONS

Meshkov N.A., Valtseva E.A., Andryushin I.B.

Federal State Organization «Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, e-mail: professor121@rambler.ru

Air pollution makes a significant contribution to the formation of health risks, causing the development of many diseases. Objective: to assess the contribution of the main air pollutants in the areas of oil production to the development of ecological-dependent pathology among the population living in the oil-producing regions. Methods. Statistical study using comparative and regression analysis to determine the relationship between the volume of emissions of solids, SO_2, NO_2 and CO entering the air, and the incidence of adult population in the Khanty-Mansiysk and Yamal-Nenets Autonomous areas (KHMAA and YANAA), as well as the contribution of these pollutants to the development of non-infectious diseases. Results. In a comparative analysis with the Ural Federal district and the Russian Federation found that in the regions studied higher incidence of tumors, diseases of the blood and hematopoietic organs, diseases of the endocrine, urogenital, musculoskeletal systems, digestive organs and congenital malformations. In addition, the General level of morbidity, as well as the incidence of diseases of the respiratory system, urogenital and musculoskeletal systems, is higher in the YANAA than in the areas of comparison. Conclusion. Existing emissions of solids, SO_2, NO_2 and CO into the atmosphere of KHMAA and YANAA have a significant impact on the development of diseases of the nervous system, circulatory system and genitourinary system among the adult population in oil-producing regions.

Keywords: emissions, air pollution, incidence

Загрязнение окружающей среды в ходе эксплуатации нефтяных месторождений происходит при бурении скважин и обустройстве объектов нефтедобычи, а также при транспортировке нефти. Основными источниками загрязнения является выделение токсических паров и газов в атмосферный воздух в районе нефтедобычи, разливы нефти на рельеф, попадание нефтепродуктов в поверхностные и подземные воды [1]. Основными загрязнителями атмосферы в районах добычи нефти являются углеводороды, оксиды серы, азота, углерода и твердые вещества [2, 3].

Загрязнение атмосферного воздуха вносит основной вклад в формирование рисков здоровью, являясь причиной развития многих заболеваний, в первую очередь болезней системы кровообращения и органов дыхания [4–6]. Заболевания, в той или иной степени связанные с состоянием окружающей среды, относятся к экологически зависимым, и решение проблем профилактики этих заболеваний должно быть основано на

глубоком анализе всех имеющихся доказательств наличия причинно-следственных связей «окружающая среда – здоровье» [7].

Цель исследования: оценка вклада основных загрязнителей атмосферы в районах добычи нефти в развитие экологически зависимой патологии среди населения, проживающего в нефтедобывающих регионах.

Материалы и методы исследования

Состояние атмосферного воздуха в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра (ХМАО) и Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) оценивали по количеству выбросов (тыс. тонн) твердых веществ (ТВ), диоксида серы (SO_2), диоксида азота (NO_2) и оксида углерода (СО) по данным официальной статистики [8–10] и ежегодных докладов об экологической ситуации в ХМАО и ЯНАО с 2010 по 2016 г., выполненных специалистами департамента экологии Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и департамента природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа.

Состояние здоровья взрослого населения (старше 18 лет) ХМАО и ЯНАО оценивали по данным сборников статистических материалов о заболеваемости взрослого населения России в 2010–2016 гг., подготовленных специалистами ФГБУ «Центрального научно-исследовательского института организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации при содействии Департамента мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Анализ заболеваемости проводился по следующим классам болезней в соответствии с МКБ-10: новообразования (НО), болезни крови (БК), болезни эндокринной системы (БЭС), болезни нервной системы (БНС), болезни системы кровообращения (БСК), болезни органов дыхания (БОД), болезни органов пищеварения (БОП), болезни кожи и подкожной клетчатки (БКПК), болезни костно-мышечной системы (БКМС), болезни мочеполовой системы (БМПС), врожденные аномалии (пороки развития) (ВПР).

Сравнивались между собой среднегодовые уровни впервые выявленной заболеваемости по указанным классам болезней. Динамика временных рядов оценивалась по среднему уровню ряда, среднему абсолютному приросту, среднему темпу роста и среднему темпу прироста. Оценка значимости различий между уровнями заболеваемости в сравниваемых регионах выполнена с помощью Т-критерия и критерия U Манна – Уитни.

Анализ зависимости уровней заболеваемости от качества атмосферного воздуха в ХМАО и ЯНАО выполнен методом множественного регрессионного анализа. Критерием адекватности уравнения регрессии являлись $R > 0,7$ и $R^2 > 0,5$, а статистической значимости – $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в ХМАО и ЯНАО показала, что 1-е место по вкладу в суммарное загрязнение воздуха в обоих регионах занимают выбросы оксид углерода, 2-е место в ХМАО занимают твердые вещества, а в ЯНАО – диоксид азота. Объем выбросов твердых веществ, SO_2 и СО в ХМАО соответственно в 3,0; 1,9 и 3,3 раза выше, чем в ЯНАО ($p < 0,000$), в котором преобладают выбросы NO_2 ($p < 0,039$). За период 2004–2014 гг. в ХМАО наблюдается положительный прирост выбросов SO_2 и NO_2, в ЯНАО – NO_2.

Анализ экологически зависимой патологии взрослого населения в ХМАО и ЯНАО выполнен в сравнении с заболеваемостью взрослого населения Уральского федерального округа (УрФО) и в целом Российской Федерации (РФ). Результаты анализа показали, что в ХМАО выше, чем в УрФО, заболеваемость НО ($p < 0,001$), БК ($p < 0,001$), БЭС ($p < 0,002$), БОП ($p < 0,018$), БКПК ($p < 0,001$), БКМС ($p < 0,006$), БМПС ($p < 0,000$) и уровень ВПР ($p < 0,004$). По сравнению с РФ выше заболеваемость НО, БЭС, БКПК и БМПС ($p < 0,001$), а также БКМС ($p < 0,01$) и уровень ВПР ($p < 0,003$).

В ЯНАО выше, чем в ХМАО, УрФО и РФ уровень общей заболеваемости ($p < 0,001$), а также заболеваемости БОД, БМПС и БКМС ($p < 0,001$). Повышены по сравнению с УрФО и РФ заболеваемость НО, БК, БЭС, БНС, БОП и уровень ВПР ($p < 0,001$). Первые 2 места в ХМАО, ЯНАО и на территориях сравнения занимают соответственно БОД и БМПС. На 3-м месте в ХМАО и на сравниваемых территориях находятся БКПК, а в ЯНАО – БКМС.

Результаты анализа связей между объемом выбросов в атмосферный воздух твердых веществ, SO_2, NO_2, СО и заболеваемостью взрослого населения ХМАО и ЯНАО представлены в табл. 1.

Как видно из таблицы, в ХМАО установлена адекватная и статистически значимая зависимость от объема выбросов заболеваемости БЭС ($R = 0,905$; $R^2 = 0,819$; $p = 0,02$), адекватная и близкая к достоверной зависимость выявлена у БНС ($R = 0,856$; $R^2 = 0,732$; $p = 0,062$), БОП ($R = 0,859$; $R^2 = 0,738$; $p = 0,057$) и БМПС ($R = 0,852$; $R^2 = 0,726$; $p = 0,065$).

В ЯНАО адекватная и статистически значимая связь между объемом выбросов и уровнем заболеваемости выявлена у БЭС ($R = 0,890$; $R^2 = 0,792$; $p = 0,03$), БНС ($R = 0,921$; $R^2 = 0,848$; $p = 0,012$) и БСК ($R = 0,891$; $R^2 = 0,819$; $p = 0,029$). Адекватная и близкая к достоверному уровню связь обнаружена у БОД ($R = 0,825$; $R^2 = 0,680$; $p = 0,099$) и БКМС ($R = 0,858$; $R^2 = 0,736$; $p = 0,059$).

Методом пошагового выбора наиболее значимых факторных признаков выявлена зависимость уровня заболеваемости взрослого населения ХМАО и ЯНАО от объема выбросов ТВ, NO_2, SO_2 и СО (рис. 1, а–г, и 2, а–г).

На рис. 1, а, показано, что в ХМАО влияние выбросов ТВ и SO_2 на развитие БНС среди взрослых имеет разнонаправленный характер. Уравнение зависимости заболеваемости БНС взрослого населения ХМАО от выбросов ТВ и SO_2 является адекватным и статистически значимым ($R = 0,833$; $R^2 = 0,695$; $p = 0,009$), доли влияния факторных признаков на уровень заболеваемости составляют соответственно 54,4 и 45,6 %.

Выявлена связь уровня заболеваемости БСК взрослого населения ХМАО с объемом выбросов SO_2 и CO. Результаты представлены на рис. 1, б. На рисунке видно, что уровень заболеваемости БСК взрослого населения ХМАО прямо пропорционально связан с объемом выбросов CO и обратно пропорционально с объемом выбросов SO_2. Уравнение соответствует критериям адекватности и является статистически значимым ($R = 0,741$; $R^2 = 0,549$; $p = 0,042$), вклад факторных признаков в суммарное влияние на уровень заболеваемости составляет соответственно 79,6 и 20,4 %.

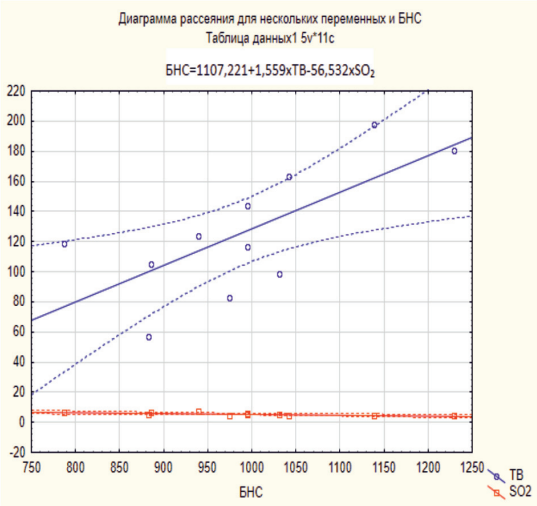
Выявлена зависимость БКМС у взрослого населения ХМАО от объема выбросов CO (рис 1, в). Уровень БКМС среди взрослого населения ХМАО растет пропорционально выбросам CO, уравнение зависимости статистически значимо, но не соответствует критериям адекватности ($R = 0,691$; $R^2 = 0,477$; $p = 0,019$). Доля объясненной влиянием этого фактора дисперсии составляет 47,7 %, то есть вклад других, неучтенных в этой модели факторов превышает 50 %.

На рис. 1, г, представлена диаграмма рассеяния для NO_2, SO_2 и болезней мочеполовой системы (БМПС) у взрослого населения ХМАО. Уравнение зависимости заболеваемости БМПС от выбросов NO_2 и SO_2 адекватно и статистически значимо ($R = 0,841$; $R^2 = 0,707$; $p = 0,007$), доли этих факторных признаков в суммарном влиянии на уровень заболеваемости данной патологией составляют соответственно 62,3 и 37,7 %.

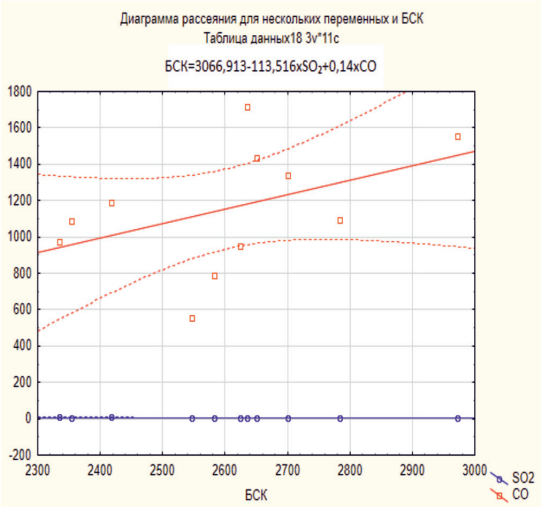
Таблица 1

Уравнения зависимости заболеваемости взрослого населения ХМАО и ЯНАО от объемов выбросов твердых веществ (ТВ), SO_2, NO_2 и CO

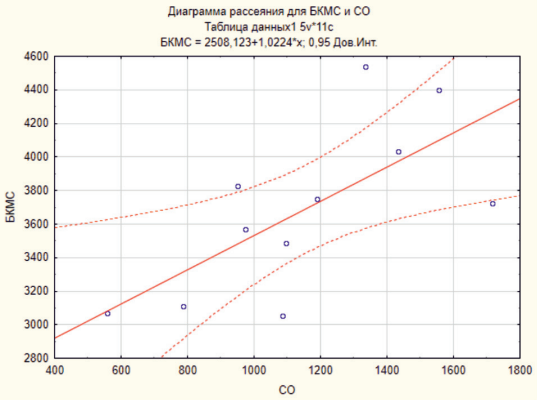
Уравнения регрессии	Коэффициенты		
	R	R^2	p
ХМАО			
НО = 1151,097 + 3,54×ТВ – 7,037×SO_2 + 2,728×NO_2 – 0,397×CO	0,386	0,149	0,892
БЭС = 1740,005 – 10,543×ТВ – 140,723×SO_2 + 4,203×NO_2 + 1,033×CO	0,905	0,819	0,020
БНС = 1280,567 – 6,447×ТВ – 70,777×SO_2 – 1,433×NO_2 + 0,94×CO	0,856	0,732	0,062
БСК = 2798,189 – 11,152×ТВ – 148,498×SO_2 + 2,184×NO_2 + 1,542×CO	0,784	0,614	0,163
БОД = 17251,23 – 177,836×ТВ + 92,677×SO_2 – 39,847×NO_2 + 20,244×CO	0,711	0,506	0,303
БОП = 6111,81 + 17,44×ТВ – 211,201×SO_2 – 15,299×NO_2 – 2,268×CO	0,859	0,738	0,057
БКПК = 4262,201 + 9,476×ТВ + 30,304×SO_2 – 2,0×NO_2 – 0,923×CO	0,340	0,116	0,931
БКМС = 4384,67 + 76,523×ТВ – 170,34×SO_2 – 13,376×NO_2 + 0,952×CO	0,823	0,677	0,102
БМПС = 2896,897 – 19,745×ТВ + 254,725×SO_2 + 23,902×NO_2 + 2,026×CO	0,852	0,726	0,065
ЯНАО			
НО = 2057,353 + 12,35×ТВ – 40,547×SO_2 – 0,651×NO_2 – 1,611×CO	0,723	0,522	0,280
БЭС = 1613,538 – 39,216×ТВ + 50,781×SO_2 + 2,383×NO_2 + 2,526×CO	0,890	0,792	0,030
БНС = 1005,461 – 17,81×ТВ – 232,332×SO_2 + 1,329×NO_2 + 1,993×CO	0,921	0,848	0,012
БСК = 3241,298 + 24,944×ТВ + 202,525×SO_2 – 3,14×NO_2 – 2,691×CO	0,891	0,819	0,029
БОД = 17251,23 – 177,836×ТВ + 92,677×SO_2 – 39,847×NO_2 + 20,244×CO	0,825	0,680	0,099
БОП = 1800,35 – 247,755×ТВ – 88257×$SO_2$28,399×NO_2 + 26,177×CO	0,743	0,552	0,238
БКПК = 4262,201 + 9,476×ТВ + 30,304×SO_2 – 2,0×NO_2 – 0,923×CO	0,803	0,645	0,131
БКМС = 4384,67 + 76,523×ТВ – 170,34×S SO_2 – 13,376×NO_2 + 0,952×CO	0,858	0,736	0,059
БМПС = 8715,908 + 32,9×ТВ – 49,402×SO_2 + 1,355×NO_2 + 0,386×CO	0,719	0,516	0,288



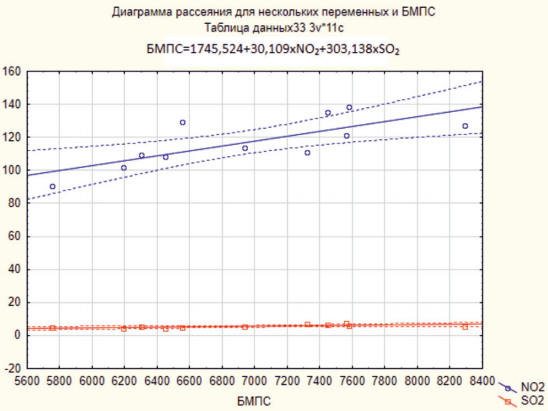
а) Зависимость уровня заболеваемости БНС от выбросов ТВ и SO_2



б) Зависимость уровня заболеваемости БСК от выбросов SO_2 и CO



в) Зависимость уровня заболеваемости БКМС от выбросов CO



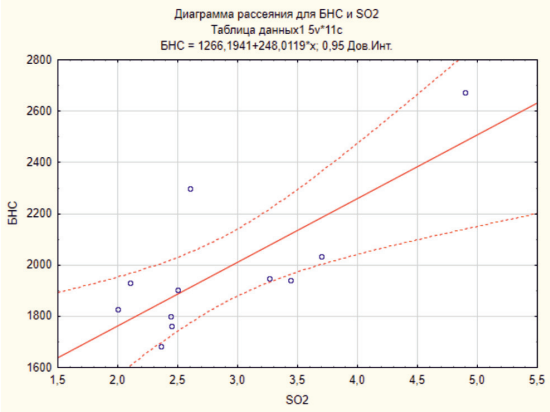
г) Зависимость уровня заболеваемости БМПС от выбросов NO_2 и SO_2

Рис. 1. Зависимость уровня заболеваемости болезнями нервной системы (БНС), системы кровообращения (БСК), костно-мышечной (БКМС) и мочеполовой систем (БМПС) среди взрослого населения в ХМАО от выбросов ТВ, NO_2, SO_2 и CO

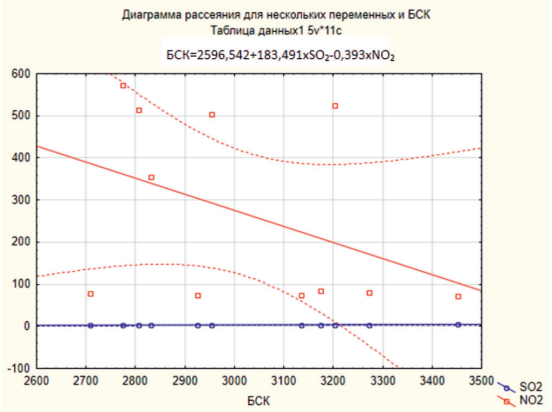
В ЯНАО методом пошаговой регрессии выявлена зависимость уровня БНС среди взрослого населения от объема выбросов SO_2. Результаты пошагового выбора представлены на рис. 2, а. Уравнение зависимости, представленное на рис. 2, а, адекватно и статистически значимо ($R = 0,841$; $R^2 = 0,707$; $p = 0,007$). Доля объясненной дисперсии достигает 70,7%.

Установлено, что уровень заболеваемости БСК среди взрослого населения ЯНАО зависит от воздействия SO_2 и NO_2 (рис. 2, б). На рисунке показано разнонаправленное влияние выявленных с применением пошагового выбора переменных. Уравнение зависимости адекватно и статистически значимо ($R = 0,777$; $R^2 = 0,603$; $p = 0,025$). Доли факторных признаков в суммарном влиянии составляют соответственно 75,2 и 24,8%.

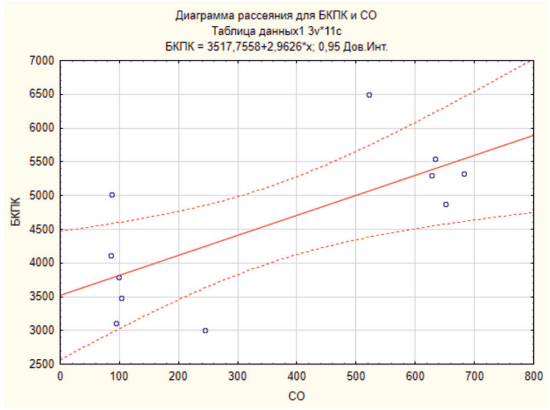
Уровень заболеваемости БКПК среди взрослого населения ЯНАО достоверно связан с объемом выбросов CO (рис. 2, в). Как показано на рисунке, уровень БКПК среди взрослого населения ЯНАО увеличивается пропорционально выбросам CO. Уравнение зависимости адекватно и статистически значимо ($R = 0,712$; $R^2 = 0,507$; $p = 0,014$). Вклад этого фактора в объясненную дисперсию составляет 50,7%.



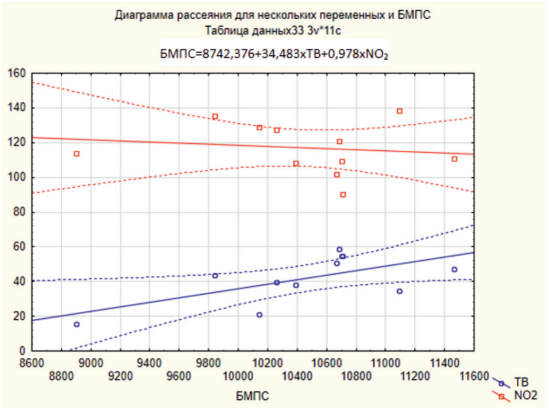
а) Зависимость уровня заболеваемости БНС от выбросов SO_2



б) Зависимость уровня заболеваемости БСК от выбросов SO_2 и NO_2



в) Зависимость уровня заболеваемости БКПК от выбросов CO



г) Зависимость уровня заболеваемости БМПС от выбросов ТВ и NO_2

Рис. 2. Зависимость уровня заболеваемости болезнями нервной системы (БНС), болезнями системы кровообращения (БСК), кожи и подкожной клетчатки (БКПК) и болезнями мочеполовой системы (БМПС) среди взрослого населения в ЯНАО от выбросов ТВ, NO_2, SO_2 и CO

Выявлена связь переменных ТВ и NO_2 с заболеваемостью БМПС взрослого населения ЯНАО (рис. 2, г). На рисунке видно, что влияние переменных ТВ и NO_2 на уровень заболеваемости взрослых БМПС противоположно. Уравнение зависимости адекватно и статистически значимо ($R = 0,717$; $R^2 = 0,514$; $p = 0,056$). Вклад этих факторных признаков в объясненную дисперсию составляет соответственно 88,3 и 11,7 %.

Таким образом, методом пошагового выбора наиболее значимых факторных признаков выявлена зависимость уровня заболеваемости взрослого населения ХМАО и ЯНАО болезнями нервной системы (БНС) от объема выбросов ТВ и SO_2, болезнями системы кровообращения (БСК) объема выбросов CO, SO_2 и NO_2, болезнями мочеполовой системы (БМПС) от выбросов ТВ, NO_2 и SO_2.

Выводы

1. В ХМАО выявлена связь между объемом выбросов твердых веществ, SO_2, NO_2, CO и заболеваемостью взрослого населения болезнями эндокринной ($R^2 = 81,9$ %; $p = 0,02$) и нервной систем ($R^2 = 73,2$ %; $p = 0,062$), болезнями органов пищеварения ($R^2 = 73,8$ %; $p = 0,057$) и мочеполовой системы ($R^2 = 72,6$ %; $p = 0,065$). Установлено, что заболеваемость болезнями нервной системы из рассматриваемых факторов на 54,4 % связана с выбросами твердых веществ и на 45,6 % – SO_2 ($p = 0,009$), болезнями системы кровообращения на 79,6 % – с выбросами CO и на 20,4 % SO_2 ($p = 0,042$), болезнями мочеполовой системы на 62,3 и 37,7 % – с выбросами NO_2 и SO_2 ($p = 0,007$).

2. В ЯНАО выявлена связь между объемом выбросов твердых веществ, SO_2, NO_2,

CO и заболеваемостью болезнями эндокринной ($R^2 = 79,2\%$; $p = 0,03$) и нервной систем ($R^2 = 84,8\%$; $p = 0,012$), болезнями системы кровообращения ($R^2 = 81,9\%$; $p = 0,029$), органов дыхания ($R^2 = 68,0\%$; $p = 0,099$) и костно-мышечной системы ($R^2 = 73,6\%$; $p = 0,059$). Установлено, что среди рассматриваемых факторов риска на уровень болезней нервной системы оказывают влияние выбросы SO_2 ($R^2 = 70,7\%$; $p = 0,007$), системы кровообращения – на 75,2 и 24,8% выбросы SO_2 и NO_2 ($p = 0,025$), кожи и подкожной клетчатки – выбросы CO ($R^2 = 50,7\%$; $p = 0,014$), мочеполовой системы – на 88,3 и 11,7% выбросы твердых веществ и NO_2 ($p = 0,056$).

Исследование выполнено в рамках Государственного задания ФГБУ «ЦСП» Минздрава России на 2016–2018 гг.

Список литературы

1. Лейбович Л.О., Середин В.В., Пушкарева М.В., Чиркова А.А., Копылов И.С. Экологическая оценка территорий месторождений углеводородного сырья для определения возможности размещения объектов нефтедобычи // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 12. С. 13–16.

2. Тескер И.М. Снижение геоэкологических последствий загрязнения земной поверхности при разливах углеводородного сырья и прогноз необходимых сил и средств для их ликвидации: автореф. дис. … канд. тех. наук. Москва, 2005. 26 с.

3. Мешков Н.А. Эпидемиолого-гигиеническая оценка воздействия нефтедобывающей промышленности на окружающую среду и здоровье человека // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2014. № 4 (часть 1). С. 120–125.

4. EPA-454/B-13-003. QA Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Ambient Air Quality Monitoring Program. May 2013. II. 348 p.; URL: https: //www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf (дата обращения: 17.10.2018).

5. EPA-454/R-13-007a. National Monitoring Programs Annual Report (UATMP, NATTS, CSATAM). Eastern Research Group, Inc. Morrisville, NC 27560. August 2013. 1203 p.; URL: https: //www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/airtox/2011nmpreport.pdf (дата обращения: 20.10.2018).

6. Potoglou D., Kanaroglou P.S. Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada. Transportation Research Part D. 2005. No 10. P. 97–109.

7. Рахманин Ю.А. Концептуальные и методологические аспекты гигиены как основы развития профилактического здравоохранения // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2017. № 1. С. 57–78.

8. Официальная статистика. Федеральная служба государственной статистики. Росстат [Электронный ресурс]. URL: http:// www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment (дата обращения: 17.10.2018).

9. Официальная статистика. Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. Тюменьстат [Электронный ресурс]. URL: http://tumstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tumstat/ru/statistics/hmaStat/environment (дата обращения: 17.10.2018).

10. О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2008–2009 годах // Информационный бюллетень. Ханты-Мансийск, 2010. [Электронный ресурс]. URL: https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre/132918/informatsionnyy-byulleten-o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy-khanty-mansiyskogo-avtonomnogo-okruga-yu (дата обращения: 17.10.2018).

УДК 616-091.816/.817

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРААРТИКУЛЯРНОГО МЫШЕЧНОГО ФУТЛЯРА ПАЦИЕНТОВ С ДЕФОРМИРУЮЩИМ КОКСАРТРОЗОМ В СТАДИИ НЕОБХОДИМОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Мигалкин Н.С., Филимонова Г.Н., Кирсанова А.Ю., Шутов Р.Б.

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, e-mail: mignik45@mail.ru

Цель исследования – выявить гистологические особенности мышечной ткани, прилежащей к области тазобедренных суставов пациентов с деформирующим коксартрозом. Материалом для исследования послужили клинические данные и операционный материал 20 пациентов, давших своё согласие на проведение гистологического анализа. Средний возраст больных составил 47,5 ± 7,7 лет, давность заболевания 11,2 ± 3,6 лет, у 4 пациентов – более 30 лет. Для гистологического анализа иссекались участки капсул тазобедренных суставов и фрагменты прилежащих средней и малой ягодичных мышц. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, заливали в парафин, срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону, трихромным методом по Массону. Исследовали посредством стереомикроскопа «AxioScope.A1» и цифровой фотокамеры «AxioCam» (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия). Для мышц характерны картины миофагий, обратимых и необратимых контрактур, жировой дегенерации волокон, в том числе массовой, существенного фиброза интерстициального пространства, многочисленных геморрагий. Сосуды в перимизии извитые, фиброзированные, с суженными либо облитерированными просветами. Установлено, что важнейшую роль в патогенезе заболевания играет степень фиброза сосудов артериального звена мышц, более выраженная при врождённой патологии тазобедренного сустава. Получены данные о морфологических особенностях мышечной ткани, прилежащей к тазобедренному суставу, касающиеся сферы патогенеза деформирующего коксартроза.

Ключевые слова: деформирующий коксартроз, патогистология ягодичных мышц, перимизиальные сосуды

HISTOLOGICAL CHANGES IN THE PARAARTICULAR MUSCLE ENVELOPE OF PATIENTS WITH DEFORMING COXARTHROSIS AT THE STAGE OF REQUIRED ARTHROPLASTY

Migalkin N.S., Filimonova G.N., Kirsanova A.Yu., Shutov R.B.

FSBI Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics» of the RF Ministry of Health, Kurgan, e-mail: mignik45@mail.ru

Purpose of the Study – identify the histological features of muscle tissue adjacent to the hip joints of patients with deforming coxarthrosis. The clinical data and surgical material of 20 patients who gave their consent for histological analysis served as the study material. Mean age of the patients was 47.5 ± 7.7 years, the disease duration – 11.2 ± 3.6 years, and more than 30 years – in four (4) patients. Parts of the hip capsules and the fragments of the adjacent medial and minimal gluteal muscles were dissected for the histological analysis performing. The material was fixed in 10% solution of neutral formalin, immersed in paraffin, the sections were stained with hematoxylin and eosin, according to Van Gieson, by Masson's trichrome stain. AxioScope.A1 stereomicroscope and AxioCam digital photocamera (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Germany) were used in the study. Muscles were characterized by myophagy scenes, as well as by reversible and irreversible contractures, fatty degeneration of fibers including the mass one, significant fibrosis of interstitial space, multiple hemorrhages. The vessels in perimysium were twisted, fibrosing, having narrowed or obliterated lumens. In case of the hip congenital pathology muscles were characterized by vessels with the greatest degree of fibrosing external and medial tunics, intimal endotheliocytes were substituted by adipocytes. The data were obtained concerning morphological characteristics of the muscle tissue adjacent to the hip, related to the field of deforming coxarthrosis pathogenesis.

Keywords: deforming coxarthrosis, pathohistology of gluteal muscles, perimysial vessels

В настоящее время наиболее частым хроническим заболеванием опорно-двигательного аппарата и главной причиной инвалидности у пожилых людей является остеоартроз (деформирующий артроз различных суставов), около 15% мирового населения подвержены заболеванию [1, 2]. Данная проблема увеличивает свои масштабы и представляет серьёзную социально-экономическую проблему и рост числа личных трагедий. При остеоартрозе заболеванию подвержен весь сустав, включая синовиальную оболочку, кость, сухожилия, связки, мышцы. Коксартроз – дегенеративно-дистрофическое хроническое, прогрессирующее заболевание тазобедренного сустава мультифакторной этиологии, при котором нарушаются структура и метаболизм суставного хряща, что приводит к его деструкции. На более поздних стадиях развития данной патологии разрушаются суставные поверхности, появляются остеофиты, определяются нарушения в организации субхондральной кости, вовлекаются в процесс параартикулярные ткани, в том числе мышечная [3]. Заболевание сопровождается болями, ограничениями движений в суставе, атрофией прилежащих мышц.

Первичный коксартроз возникает без видимых причин, поражая одновременно суставные хрящи обоих суставов. Вторичный коксартроз обуславливается наличием других заболеваний, которые выступают в качестве почвы для его развития, таких как дисплазия тазобедренного сустава, асептический некроз, различные воспалительные процессы, травмы, перегрузка сустава, гормональные изменения, остеопороз [3, 4].

Здоровый тазобедренный сустав покрыт достаточно массивным слоем мышц, таких как малая, средняя, большая ягодичные мышцы. При этом главными мышечными элементами непосредственно тазобедренного сустава считаются ягодичные и бедренные, которые помимо двигательной функции выполняют и роль фиксатора, не давая головке бедренной кости покидать вертлужную впадину. Слабость этих мускулов может стать косвенной причиной нестабильности тазобедренного сустава. Часть нагрузок при беге и ходьбе также возлагается на мышцы, которые выступают в качестве амортизатора и своеобразной помпы, качающей кровь, от чего зависит уровень циркуляции и доставка питательных веществ. Так, известно, что люди с остеоартритом занимаются ходьбой с более низкими пиковыми силами мышц бедра, чем здоровые лица [5]. Хотя патогенез и морфология коксартроза достаточно хорошо изучены и описаны в литературе, многие аспекты патологии мышц при этом заболевании освещены недостаточно. Также остаётся малоизученной связь между клиническими проявлениями коксартроза, длительностью заболевания и особенностями морфологии околосуставных мышц. Всё это обусловило проведение данного исследования.

Цель работы: выявить гистологические особенности мышечной ткани, прилежащей к области тазобедренных суставов пациентов с деформирующим коксартрозом.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили клинические данные и операционный материал 20 пациентов, оперированных по поводу коксартроза, которым производили эндопротезирование тазобедренных суставов. Средний возраст больных составил 47,5 ± 7,7 лет, из них 11 мужчин и 9 женщин, давность заболевания в среднем 11,2 ± 3,6 лет; 4 пациента имели данную патологию более 30 лет. У 10 пациентов определяли левосторонний коксартроз, у 7 – правосторонний, двустороннее поражение суставов имели 3 пациента. У всех больных наблюдалось ограничение подвижности пораженного тазобедренного сустава, а также гипотрофия мышц бедра и голени на стороне патологии. Пациенты, у которых осуществляли взятие операционного материала в ходе хирургического вмешательства, были информированы о необходимости проведения гистологического исследования и дали согласие на его выполнение.

Во время операций применялась стандартная техника эндопротезирования тазобедренного сустава, для гистологического исследования иссекались околосуставные ткани: участки капсул тазобедренных суставов и фрагменты прилежащих средней и малой ягодичных мышц. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, после гистологической проводки заливали в парафин. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону, трихромным методом по Массону. Препараты исследовали посредством стереомикроскопа «AxioScope.A1» со встроенной цифровой фотокамерой «AxioCam» (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия).

Результаты исследования и их обсуждение

При клиническом анализе пациентов диагноз коксартроз 2 степени установлен в двух случаях, коксартроз 2–3 степени также в двух случаях, в остальных 16 – коксартроз 3 степени. Три пациента имели врождённую аномалию развития тазобедренных суставов. Большинство больных передвигались, используя дополнительное средство опоры – трость, испытывая постоянную ноющую боль.

В исследованном операционном материале преобладала плотная оформленная и неоформленная соединительная ткань в сочетании с фрагментами мышечной ткани с различной степенью дегенерации – 14 случаев. У 6 больных в препаратах преобладала мышечная ткань с признаками выраженной жировой дистрофии и фиброза. Каких-либо существенных гистологических различий у пациентов со 2, 2–3 или 3 степенью коксартроза выявить не удалось.

Мышечная ткань содержала небольшое количество микрососудов в эндомизии, наблюдались стадии жирового перерождения мышечных волокон: от ореола до полного замещения волокон адипоцитами (рис. 1, а, б), а также обширные поля жировой дегенерации с погружёнными в них сосудами (рис. 1, в). Отмечены волокна с обратимыми и необратимыми контрактурами (рис. 1, г), в состоянии миофагии и с центрально локализованными ядрами (рис. 1, д), с внутренними ядрами, картины обширных геморрагий в интерстициальном пространстве (рис. 1, е). В случаях с врождённой патологией тазобедренного сустава сосуды артериального звена в перимизии отличались особенно фиброзированными оболочками (рис. 1, б).

Сосуды перимизия были нередко погружены в фиброзно-жировые разрастания, большинство имели узкие либо облитерированные просветы (рис. 2). Стенки сосудов артериального русла, как правило фиброзированы, гладкомышечные клетки в *t. media* ориентировались хаотично и лишь изредка циркулярно (рис. 2, а, б, в). Контуры

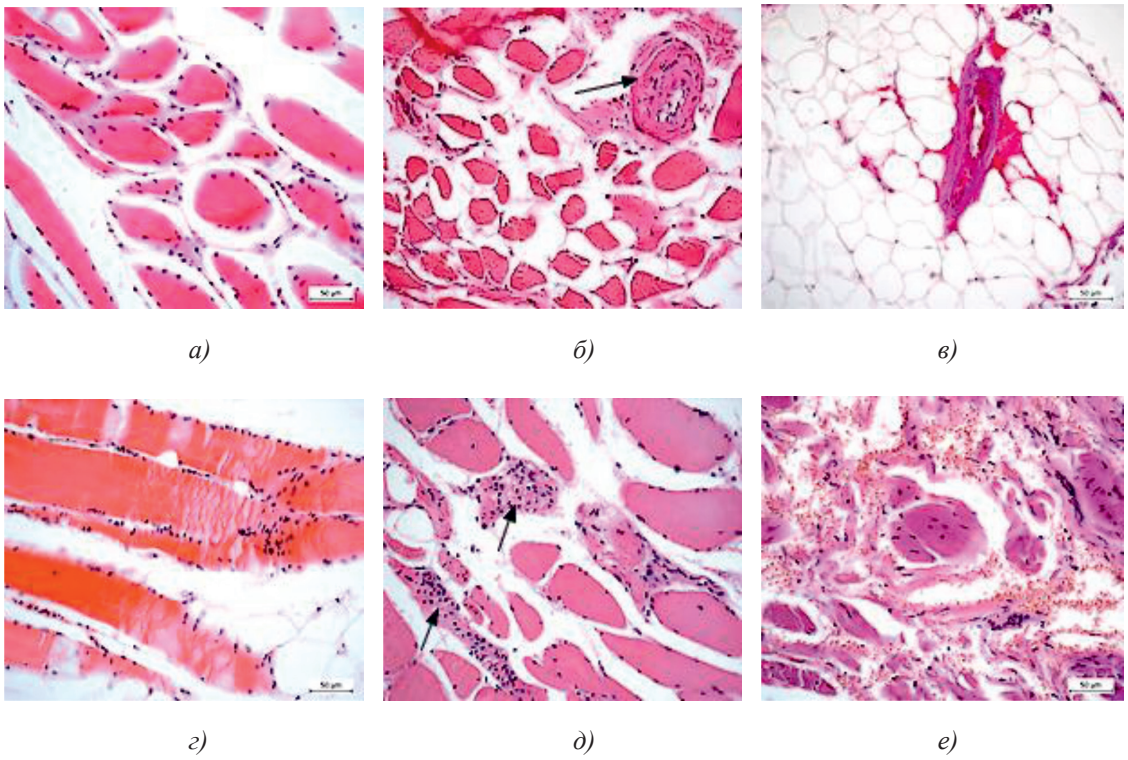


Рис. 1. Фрагменты мышечной ткани. Случай с врождённой аномалией развития тазобедренного сустава представлен под буквами: б, в. а) ранняя стадия жирового перерождения мышечных волокон (ореол); б) выраженный фиброз сосуда артериального типа (стрелка) хаотично ориентированные ГМК, мелкие атрофичные мышечные волокна, различные стадии жировой дегенерации волокон; в) перимизиальный сосуд с узким просветом погружён в конгломерат адипоцитов; г) контрактурно изменённые мышечные волокна; д) мышечные волокна в состоянии миофагии (стрелки); е) внутренние ядра в волокнах (в центре), геморрагии в интерстиции. Парафиновые срезы, окрашенные гематоксилином и эозином, увеличение: 400х, в – 200х

крупных сосудов извиты (рис. 2, а, в), эндотелиоциты, выбухающие в просвет, иногда полностью замещались жировыми клетками (рис. 2, г), как в случае с врождённой аномалией развития сустава; наблюдались сосуды с полной облитерацией просветов (рис. 2, д). Для фиброзной основы суставной капсулы были характерны дистрофические изменения, фрагменты плотной волокнистой оформленной либо неоформленной соединительной ткани, сосуды с суженными просветами (рис. 2, е).

В результате проведенного анализа связей между клиническими данными и морфологическими характеристиками было установлено, что существует прямая зависимость между давностью заболевания и степенью фиброзирования внутримышечных перимизиальных сосудов. Однако между такими клиническими показателями, как степень коксартроза и возраст больных, с одной стороны, и выраженность патоморфологических изменений мышечной ткани, с другой стороны, определённой зависимости не выявлено.

Несмотря на множество проводимых исследований, в настоящее время нет единого мнения в понимании природы возникновения и развития коксартроза. Триггерными факторами могут являться метаболические расстройства, наследственность, травмы, вредные привычки, условия труда, изменения биомеханики сустава [2, 5]. Патология возникает, прежде всего, в костной ткани, что приводит к ухудшению питания хрящевой ткани сустава и запуску механизма развития болезни. В дальнейшем в результате болевого синдрома и, как следствие, увеличивающейся гиподинамии развиваются патологические картины в прилежащих параоссальных тканях, в частности мышечной.

В развитии коксартроза существенную роль играет сосудистый фактор. Известно, что сосуды являются не только транспортно-питающей, но и центральной генерирующей структурой соединительной ткани, обеспечивающей физиологическую и репаративную регенерацию [6]. Стенка микрососуда содержит полипотентные мезенхимальные клетки, которые могут диф-

ференцироваться в различных направлениях, в частности эндотелиоциты и перициты могут трансформироваться в адипоциты; мелкие капли жира, появляясь в перицитах, могут в итоге заблокировать кровеносные сосуды [7]. В представленном исследовании в случаях с врождённой патологией тазобедренных суставов, где тяжесть заболевания, безусловно, выше, в операционном материале околосуставных мышц были наиболее выражены гистологические признаки дегенерации сосудов: выбухающие в просвет адипоциты, заместившие эндотелиальные клетки. Именно изменения микро- и макрососудов, так называемая периваскулярная ниша, могут являться одним из пусковых механизмов, развивающихся артритов и артрозов [8]. Так, показано, что улучшение микроциркуляции в области тазобедренного сустава при лечении остеохондропатии методом симпактэктомии приводит к стабилизации сустава, исчезновению болевого синдрома, улучшению функционального состояния конечности [9].

Наблюдаемые контрактуры различной степени в мышечных волокнах возможно объяснить мышечными крампи (судорога, спазм) – термин, определяющий синдром внезапных непроизвольных болезненных сокращений отдельных мышц или их групп продолжительностью от нескольких секунд до нескольких минут [10, 11]. Распространенность крампи колеблется от 16 до 95%, процент встречаемости синдрома выше в странах, где меньше людей занято физическим трудом. Крампи могут иметь место в любом возрасте, но чаще отмечаются у людей старше 65 лет [11]. У больных артрозом снижена физическая активность, повреждения мышц, вызванные спазмами, могут приводить к появлению узлов пересокращения-перерастяжения отдельных мышечных волокон или их групп, что было выявлено в настоящем исследовании.

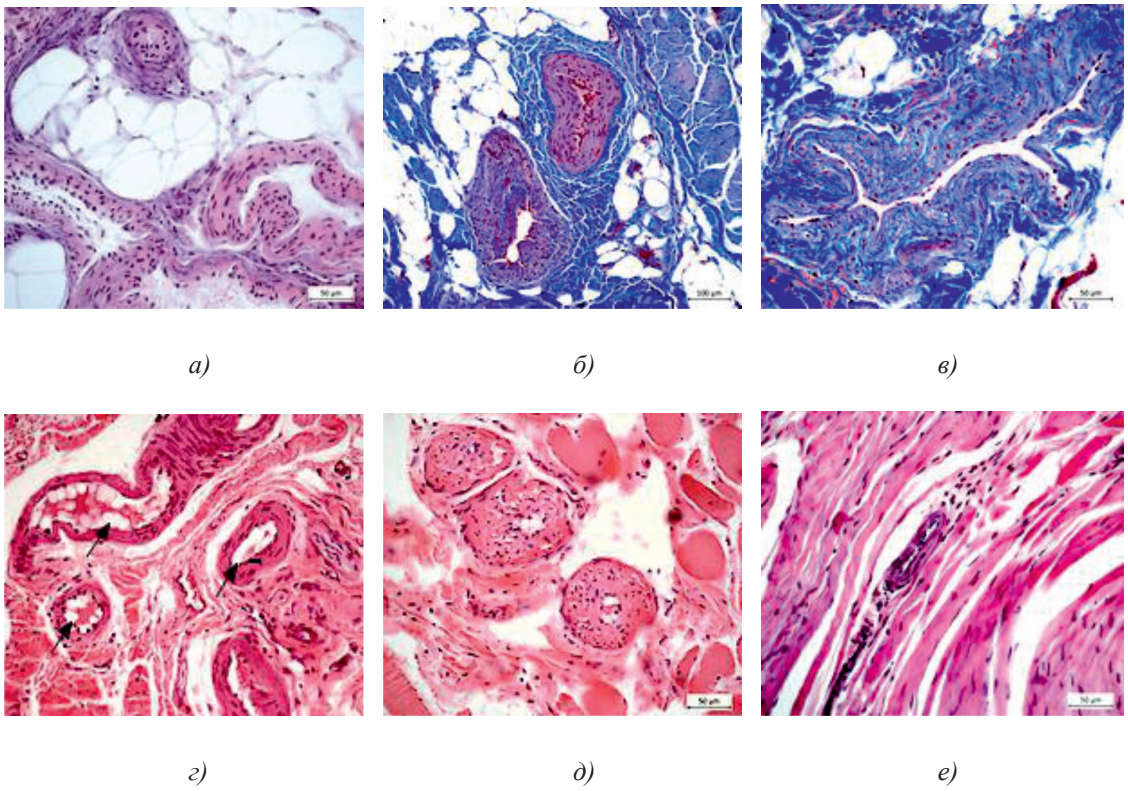


Рис. 2. Перимизиальные сосуды в мышечной ткани. Случай с врождённой аномалией развития сустава под буквами г, д: а) сохранена нормальная толщина t. media, относительно открытые просветы; б) средняя оболочка сильно утолщена, просвет спазмирован, хаотичная ориентация ГМК, t. adventicia с признаками фиброза; в) крупная артерия с извитым контуром фиброзирована, просвет почти полностью облитерирован; г) выбухающие в просвет клетки интимы сосудов замещены адипоцитами (стрелки); д) сильный фиброз сосудов, полная облитерация просвета (верхний); е) плотная оформленная волокнистая соединительная ткань, сосуд с узким просветом (в центре). Парафиновые срезы, окрашенные: а, б, в – трихромным методом по Массону, г, д, е – гематоксилином и эозином, увеличение: 400х, б, е – 200х

После замены тазобедренного сустава у части пациентов наблюдаются атрофические изменения в мышцах. Предполагают, что статус локальной восприимчивости к воспалению мышц, оценённый во время операции, может быть полезным прогностическим показателем потенциала восстановления мышц и может послужить основой для индивидуального подхода к реабилитации после операции, что позволит создать оптимальные условия для лучшей регенерации мышечной ткани [12]. Считают, что ухудшение регенерации мышечной ткани из-за уменьшения числа миосателлитов приводит к замене волокон эктопическими тканями – жировой и фиброзной и, как следствие – к утрате функциональной активности мышц [13]. Мышечные фиброадипогенные клетки могут дифференцироваться в адипоциты у пациентов с частым травмированием или воспалением мышц [14]. В данном проведённом исследовании в подавляющем большинстве случаев наблюдались мышечные волокна в различных стадиях жирового перерождения и картины воспаления (миофагии). Так же для понимания механизма деформирующего остеоартрита необходимо установить морфологический фон синовиоцитов, их функцию в нормальных и патологических условиях [15].

Значительным фактором для инициирования и прогрессирования остеоартроза является изменение биомеханики суставных элементов. Иллюстрируется влияние биомеханики на патогенез и прогрессирование артрозов, а именно патологическая биореактивность мягких тканей и субхондральной кости [2, 3]. В представленной работе практически у всех пациентов отмечались: ограничение подвижности суставов, вынужденное положение конечности на фоне выраженных болевых ощущений, что могло являться одним из факторов развития гипотрофии ягодичных мышц, мышц бедра и голени. Консервативные или хирургические процедуры, которые активно изменяют биомеханику нижней конечности, снижая скорость прогрессирования остеоартроза, могут являться перспективными стратегиями лечения симптомов этого заболевания [2].

Выводы

Получены данные о морфологических особенностях мышечной ткани, прилежащей к тазобедренному суставу, а также суставных соединительнотканных капсул, касающиеся сферы патогенеза деформирующего коксартроза. Для мышц характерны картины миофагий, обратимых и необратимых контрактур, вызванные, возможно, крампи, жировой дегенерацией волокон, в том числе массовой, существенного фиброза интерстициального пространства, многочисленных геморрагий. Сосуды в перимизии извитые, фиброзированные, с суженными либо облитерированными просветами. Установлено, что важнейшую роль в патогенезе заболевания играет степень фиброза сосудов артериального звена мышц, более выраженная при врождённой патологии тазобедренного сустава.

Список литературы

1. Баиндурашвили А.Г., Соловьёва К.С., Залетина А.В. Инвалидность детского населения России вследствие травм и заболеваний костно-мышечной системы // Гений ортопедии. 2013. № 1. С. 5–8.

2. Egloff C., Hugle T., Valderrabano V. Biomechanics and pathomechanisms of osteoarthritis Cite this as: Swiss Medical Weekly. 2012. 142:w13583. DOI: 10.4414/smw.2012.13583.

3. Кирсанова А.Ю. Морфологические аспекты состояния структур тазобедренного сустава при моделировании и лечении его диспластического поражения в эксперименте // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12–4. С. 638–644.

4. Стогов М.В., Овчинников Е.Н. Лабораторные методы диагностики и оценки риска осложнений после эндопротезирования крупных суставов. Аналитический обзор // Гений ортопедии. 2016. № 3. С. 87–93.

5. Crossley K.M., Dorn y T.W., Ozturk H., van den Noort J., Schache A.G., Pandy M.G. Altered hip muscle forces during gait in people with patellofemoral osteoarthritis. Osteoarthritis and Cartilage 2012. vol. 20. P. 1243–1249. DOI: 10.1016/j.joca.2012.07.011.

6. Колокольчикова Е.Г., Амирасланов Ю.А. Некоторые закономерности физиологической и репаративной регенерации соединительнотканной основы кожи // Архив патологии. 1994. № 5. С. 34–39.

7. Ayman El Ali, Theriault P., Rivest S. The Role of Pericytes in Neurovascular Unit Remodeling in Brain DisordersInt. J. Mol. Sci. 2014. vol. 15. No 4. P. 6453–6474. DOI: 10.3390/ijms15046453.

8. da Silva Meirelles L., Chagastelles P.C., Nardi N.B. Mesenchymal stem cells reside in virtually all post-natal organs and tissues. J. Cell. Sci. 2006. 119(Pt 11). P. 2204–2213. PMID: 16684817 DOI: 10.1242/jcs.02932.

9. Lee K.H., Jo W.L., Ha Y.C., Lee Y.K., Goodman S.B., Koo K.H. Total hip arthroplasty using a monobloc cementless femoral stem for patients with childhood Perthes' disease. Bone Joint J. 2017. 99-B. vol. 4. P. 440–444. DOI: 10.1302/0301-620X.99B4.BJJ-2016-0259.R1.

10. Бородулина И.В., Супонева Н.А. Мышечные крампи: вопросы патогенеза, дифференциальной диагностики и лечения // РМЖ. 2015. Т. 24. С. 1463–1466.

11. Katzberg H.D. Neurogenic muscle cramps. J. Neurol. 2014. vol. 11. P. 87–95.

12. Bamman M.M., Ferrando A.A., Evans R.P., Stec M.J., Kelly N.A., Gruenwald J.M., Corrick K.L., Trump J.R., Singh J.A. Muscle inflammation susceptibility: a prognostic index of recovery potential after hip arthroplasty? Am. J. Physiol Endocrinol Metab. 2015. vol. 308. P. E670–E679. DOI: 10.1152/ajpendo.00576.2014.

13. Колесников С.В., Чегуров О.К., Дьячкова Г.В., Колесникова Э.С., Скрипников А.А. Динамика морфологических характеристик мышц бедра у больных после эндопротезирования тазобедренного сустава в различных условиях реабилитации // Гений ортопедии. 2017. Т. 23. № 1. С. 59–62.

14. Sciorati C., Clementi E., Manfredi A.A., Rovere-Querini P. Fat deposition and accumulation in the damaged and inflamed skeletal muscle: cellular and molecular players. Cell. Mol. Life Sci. 2015. vol. 72. No 11. P. 2135–2156. DOI: 10.1007/s00018-015-1857-7.

15. Kung V., Markantonis J., Nelson S., et al. The Synovial Lining and Synovial Fluid Properties after Joint Arthroplasty. Lubricants. 2015. vol. 3. No 2. P. 394–412. DOI: org/10.3390/lubricants3020394.

УДК 616.216.4-002.3

ПИОЦЕЛЕ РЕШЕТЧАТОГО ЛАБИРИНТА (СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ)

[1]Насыров В.А., [2]Миненков Г.О., [3]Турапова Ж.М., [1]Солодченко Н.В.

[1]Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек;

[2]МЦ «ТОМЭКС», Бишкек;

[3]Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Бишкек, e-mail: jazya_t@mail.ru

Одним из проявлений хронического синусита является такое заболевание, как кистовидное растяжение воздухоносной пазухи носа с гнойным содержимым (пиоцеле). Чаще всего кистовидными растяжениями поражаются лобные пазухи и реже решетчатый лабиринт, клиновидные и верхнечелюстные пазухи. Кистовидные растяжения околоносовых пазух характеризуются как накоплением содержимого в пазухах, так и растяжением их костных стенок в основном вследствие нарушения оттока через естественные соустья, хотя могут быть и другие причины возникновения данной патологии, такие как травмы, в том числе и предшествующие хирургические вмешательства. Содержимое растянутой пазухи может быть слизистым (мукоцеле), гнойным (пиоцеле), а в некоторых случаях может содержаться воздух (пневмоцеле). Как правило, клинические симптомы проявляются через длительное время из-за медленного роста, при достижении больших размеров и, впоследствии, поражении окружающих органов, что практически исключает раннюю диагностику. Даже при проявлении явной симптоматики необходимо проводить детальную дифференциальную диагностику с иными объемными процессами, включая в особенности злокачественные новообразования. В данной работе приводится клинический случай пиоцеле решетчатого лабиринта с переходом на носовую перегородку.

Ключевые слова: околоносовые пазухи, решетчатый лабиринт, кистовидное растяжение, деструкция, пиоцеле

ETHMOID SINUS PYOCELE (CASE REPORT)

[1]Nasyrov V.A., [2]Minenkov G.O., [3]Turapova Zh.M., [1]Solodchenko N.V.

[1]Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev, Bishkek;

[2]Medical Imaging Center «TOMEX», Bishkek;

[3]Kyrgyz Russian Slavic University named after B.N. Eltsin, Bishkek, e-mail: jazya_t@mail.ru

One of the manifestations of chronic sinusitis is a disease such as cystic extension of the airway of the nose with purulent contents (pyocele). Most often the frontal sinuses and rarely ethmoid, ethmoid and maxillary sinuses are affected by cystic extensions. Cystic extensions of the paranasal sinuses are characterized both by the accumulation of contents in the sinuses and the dilatation of their bone walls mainly due to disturbed outflow through natural anastomoses, although there may be other causes of this pathology, such as trauma, including previous surgical interventions. The contents of the dilated sinus may be mucous (mucocele), purulent (pyocele), and in some cases air may be contained (pneumoceles). As a rule clinical symptoms manifest themselves after a long time because of slow growth, when large sizes are reached and subsequently damage to surrounding organs, which practically excludes early diagnosis. Even with the manifestation of the symptomatology it is necessary to conduct detailed differential diagnosis with other masses, including especially malignant neoplasms. In this article the clinical case of the pyocele of the ethmoid sinus with the transition to the nasal septum is given.

Keywords: paranasal sinuses, ethmoid sinus, cystic extension, destruction, pyocele

Актуальность проблемы обусловлена сложностью диагностики больных с кистовидными растяжениями из-за отсутствия клиники на ранних этапах заболевания и аналогичностью с другими объемными процессами при достижении больших размеров.

Кисты околоносовых пазух являются одними из наиболее часто встречающихся негнойных заболеваний в ЛОР-практике. Они составляют 3,9% в структуре общей ЛОР-патологии и 12,6%. всех хронических поражений [1]. Кисты околоносовых пазух подразделяются на ретенционные (истинные) и кистовидные растяжения (ложные). К ложным кистам относятся так называемые кистовидные растяжения пазух, которые представляют собой скопление слизи (мукоцеле), гноя (пиоцеле) или воздуха (пневмоцеле) и десквамативного эпителия в пазухе с растяжением его стенок [2, 3].

Кистовидные растяжения околоносовых пазух встречаются преимущественно в лобных пазухах (от 60% до 65%) [3], но также могут поражать решетчатый лабиринт (от 20% до 25%), верхнечелюстные (10%) и клиновидные пазухи (от 1% до 2%) [4, 5]. На начальном этапе развития муко-, пиоцеле может протекать без каких-либо клинических признаков. Кроме того диагноз может быть впервые выставлен при скрининговом обследовании. По мере прогрессирования патологического процесса, клиническая картина постепенно расширяется и становится более выраженной.

Цель исследования: на конкретном клиническом случае показать особенности диагностики на этапе обследования и оп-

тимального лечения больного с пиоцеле решетчатого лабиринта.

Материалы и методы исследования

Больному М., 60 лет, с пиоцеле решетчатого лабиринта проводился такой метод диагностики, как мультиспиральная компьютерная томография полости носа и околоносовых пазух, с последующим гистологическим исследованием послеоперацинного материала после хирургического лечения.

Результаты исследования и их обсуждение

Несмотря на доброкачественность, экспансивный характер муко-, пиоцеле может привести к деструкции костей пазух носа по мере давления и последующему разрушению кости, что приводит к сдавливанию смежных структур [5]. В прогнозе первостепенное значение имеет ранняя диагностика. В большинстве случаев заболеваемость кистовидным растяжением пазухи встречается в возрасте 30–40 лет, но могут встречаться и в любом возрасте, вне зависимости от пола. Такое заболевание редко наблюдается в детском возрасте, за исключением больных с предрасполагающими факторами для обструкции выводных протоков пазух, таких как травма, хирургические манипуляции, хронический синусит, аллергия или кистозный фиброз [3–5].

В большинстве случаев невозможно определить локализацию первичного поражения из-за прогрессирующего остеолиза костных стенок со значительным разрушением анатомических структур, помимо вуализации других пазух, вызванных обструкцией их соустий [5].

Точной этиологии и патогенеза кистовидных растяжений все еще не имеется. Они могут развиваться по мере затруднения оттока из пазух носа в полость носа [5].

Хотя роль облитерации выводного отверстия околоносовой пазухи носа в патогенезе кистовидных растяжений не вызывает сомнений, эта облитерация не является единственной причиной растяжения. Среди других факторов решающая роль принадлежит травме лицевого скелета, в частности области глазницы и корня носа. Это объясняется тем, что первые симптомы кистовидного растяжения появляются спустя некоторый, нередко весьма значительный срок после травмы [6, с. 124].

В слизистой оболочке отмечаются истончение эпителиального слоя, пролиферация, метаплазия. Вместе с этим эта слизистая оболочка не теряет сходства с нормальной, в частности в ней всегда можно обнаружить слизистые железы. Двойные стенки характерные для кист, исходящих из слизистой оболочки, обнаружить не удается. Изменения слизистой оболочки при кистозном растяжении околоносовых пазух в основном носят дегенеративный характер и в меньшей степени являются результатом воспалительных процессов там, где не присоединилась вторичная инфекция [6, с. 125].

Клиника варьирует в зависимости от пораженной области. Она, как правило, характеризуется бессимптомно развивающимся медленным течением, возможно, вызывая боль в лице, головную боль, давление на лице, обструкцию носа, зубную боль и дакриоцистит. В дальнейшем могут развиться явления конъюнктивита, светобоязнь и воспаление краев век. Зрение обычно не страдает, отсутствуют и мозговые симптомы [6, с. 125]. При присоединении инфекции мукоцеле переходит в пиоцеле и может сопровождаться синуситом, эритемой, лихорадкой и болью.

В начальных стадиях заболевания до появления видимых выпячиваний стенок пораженной пазухи поставить диагноз трудно. Выпячивание медиальной стенки глазницы (бумажной пластинки), рано развившийся экзофтальм и слезотечение чаще указывают на поражение передних отделов решетчатого лабиринта, хотя в некоторых случаях отмечается выпячивание медиальной стенки решетчатого лабиринта, достигающее перегородки. На поражение задних клеток решетчатого лабиринта указывает появление гладкого выпячивания, закрывающего хоану соответствующей половины носа. Нарушения слезооттока при поражении решетчатого лабиринта наблюдаются чаще, чем при кистовидном растяжении других пазух.

Для более точной диагностики и определения области поражения проводится мультиспиральная компьютерная томография.

Компьютерная томография предоставляет подробную информацию о структуре кости и считается методом выбора для исследования кистовидных растяжений [3, 5]. Обычно мукоцеле рассматриваются как изоденсивный или незначительно гиперденсивные участки в пазухах по отношению к мозговой ткани, но в случаях пиоцеле могут быть более плотными и расширенными по периферии изображениями. Таким образом, учитывая, что кистовидное растяжение не усиливается контрастными агентами, необходимо их дифференцировать с новообразованиями [4]. Соседняя структура кости реконструируется с областями сгущения и деструкции [5]. Кроме того, в более хрупких областях можно наблюдать продавливание в смежные структуры.

Из всех околоносовых пазух решетчатая кость отличается наибольшим разнообра-

зием и сложностью своего анатомического строения. Тот факт, что одно из названий пазухи – «решетчатый лабиринт», свидетельствует о сложности ее структуры и взаимоотношения с прилежащими костными структурами, огромной вариабельностью строения и индивидуальными особенностями. Компьютерная томография в аксиальной проекции дает наиболее полное представление о строении и форме решетчатой кости, так как в один срез сразу попадают все ее ячейки, бумажные и перпендикулярные пластинки. Коронарная проекция позволяет лучше оценить состояние ситовидной пластинки, остиомеатального комплекса и взаимоотношения клеток с носовыми раковинами, полостью носа и верхнечелюстными пазухами [7, с. 123–126].

При кистовидном растяжении решетчатого лабиринта лизируются костные перегородки между клетками, в результате чего несколько ячеек превращаются в одну большую кистовидную полость. Бумажная пластинка поражается всегда раньше других стенок решетчатого лабиринта. В некоторых случаях наблюдается выпячивание медиальной его стенки в полость носа, которое иногда достигает перегородки и даже вызывает узуру последней. Некоторые авторы считают характерным для кистовидного растяжения решетчатого лабиринта его распространение в сторону носовой полости.

В некоторых случаях в результате развития мукоцеле решетчатого лабиринта наблюдается расширение носовых костей. В процессе роста кистовидное расширение решетчатого лабиринта может распространяться и в лобную пазуху. В этом случае иногда образуется одна общая полость. То же может произойти и в обратном случае, т.е. при распространении муко, -пиоцеле лобной пазухи в решетчатый лабиринт. В таких случаях даже во время операции трудно установить, какая пазуха явилась исходным местом образования муко-, пиоцеле – лобная или решетчатый лабиринт [6, с. 127].

Важно проводить дифференциацию между кистовидными растяжениями решетчатого лабиринта и иными объемными процессами, такими как инвертированная папиллома, кровоточащий полип, полип полости носа, остеомиелит верхней челюсти и злокачественное новообразование (таблица).

Лечение кистовидных растяжений только хирургическое, направленное на восстановление дренирования пазухи, и подход может быть либо с помощью обычных методов (транскраниально и трансептально), либо с помощью назальной эндоскопии [2, 8]. В настоящее время эндоскопическая хирургия считается методом выбора для лечения кистовидных растяжений околоносовых пазух. Основной целью такого метода является полное удаление как патологического очага, так и слизистой оболочки, что предотвращает рецидив заболевания.

Иллюстрацией вышеизложенного может служить клинический случай пиоцеле клеток решетчатого лабиринта и верхних отделов полости носа, больше справа.

Больной М., 60 лет, (ист. бол. № 6562/480) поступил 2 марта 2018 г. в ЛОР отделение НГ МЗКР с жалобами на затрудненное носовое дыхание, заложенность носа, периодические головные боли, частые простудные заболевания.

Дифференцированная диагностика кистовидных растяжений и других объемных образований

Заболевание / Симптомы	Кистовидное растяжение	Инвертир. папиллома	Кровоточ. полип	Полип полости носа	Остеомиелит верх.челюсти	Злокач. новообр.
Затруднение носового дыхания	Есть	Есть	Может быть	Есть	Нет	Может быть
Кровянистые выделения	Нет	Нет	Есть	Нет	Нет	Есть
Припухлость локальная	Может быть	Нет	Нет	Нет	Есть	Может быть
Пенетрация	Есть	Есть	Нет	Может быть	Есть	Есть
Четкие границы	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет	Нет
Хроническая патология в полости носа	Есть	Может быть	Может быть	Есть	Есть	Может быть
Заболевания зубо-челюстной системы	Может быть	Нет	Нет	Нет	Есть	Может быть
Наличие травмы в анамнезе	Может быть	Нет	Нет	Нет	Может быть	Нет

Из анамнеза: со слов больного болеет в течение двух лет. В 2008 г. была произведена полипотомия полости носа. Отмечал незначительное облегчение состояния. В связи с усилением боли за последнюю неделю обратился в ЛОР отделение Национального госпиталя при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики.

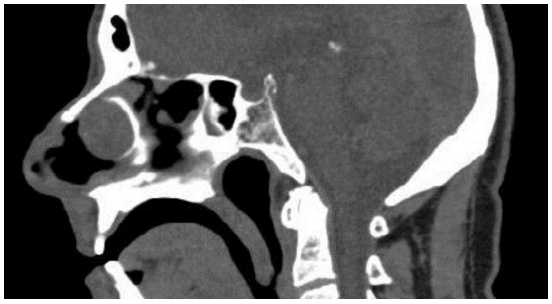
Локально: При внешнем осмотре наружный нос обычной формы. При передней риноскопии носовая перегородка искривлена влево, нижние носовые раковины не увеличены. В носовом ходе справа имеется округлое образование на широком основании (≈3,5×2,5 см), спаянное с медиальной стенкой, плотное при пальпации пуговчатым зондом. Носовые ходы сужены, носовое дыхание с двух сторон затруднено, патологических выделений из носа нет. При задней риноскопии носоглотка свободная, слизистая розового цвета. Ото- и фарингоскопически без особенностей.

Компьютерная томограмма полости носа и околоносовых пазух (рисунок, А–В): в передних клетках решетчатого лабиринта и верхних отделах полости носа, больше справа, определяется остеодеструктивное, гетерогенное объемное образование, КТ-плотностью от +31,3 ед.Н. до +36,6 ед.Н., с достаточно четкими контурами, закругленной формы, размером до 34,6х23,5х33,2 мм. Отмечается остеодеструкция межпазушных перегородок клеток решетчатого лабиринта, а также костного отдела носовой перегородки и костей крыла носа справа по типу атрофии от давления, с наличием их оттеснения, истончения и появлением костных дефектов в местах наибольшей компрессии. Инфильтрации окружающих костно-мягкотканных структур не выявлено. В средних и задних клетках решетчатого лабиринта с обеих сторон, на фоне пристеночного утолщения слизистой оболочки, определяется патологическое содержимое, КТ-плотностью до +21,4 ед.Н. Носовая перегородка искривлена влево.

Заключение: КТ-данные за гетерогенное, остеодеструктивное объемное образование в передних клетках решетчатого лабиринта и верхних отделах полости носа, больше справа, наиболее вероятно доброкачественного генеза. КТ-данные за двухсторонний этмоидит, искривление носовой перегородки.

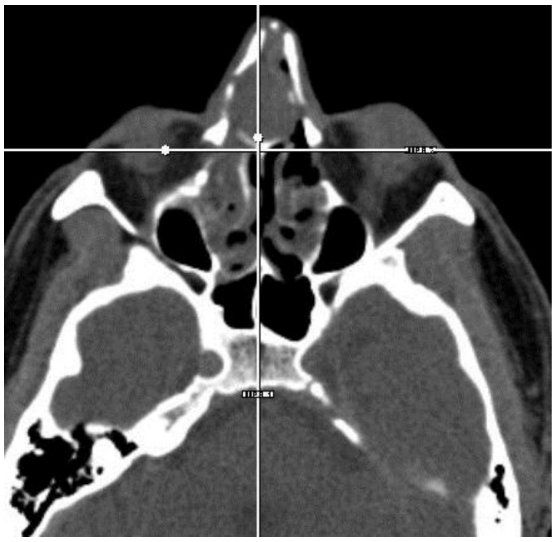
Клинический диагноз: Пиоцеле клеток решетчатого лабиринта и верхних отделов полости носа, больше справа.

Лечение: хирургическое. После премедикации Sol. Promedoli 2% 1,0 под местной анестезией Sol. Novocaini 1% 15,0 произведена гидроотсепаровка слизистой оболочки под надхрящницей носовой перегородки вокруг новообразования, произведен окаймляющий разрез сверху, спереди и снизу. Надхрящница и надкостница отсепарованы, образование вскрылось, и в полость носа излилось около 5 мл густого гноя. Стенки кисты удалены вместе со слизистой оболочкой перегородки носа. Гемостаз. Послеоперационная рана: часть четырехугольного хряща отсутствует, перпендикулярная пластинка решетчатой кости резко искривлена в левую сторону. В заднем отделе среднего носового хода определяется полипозная ткань, которая также удалена. Тампонада правой половины полости носа.



А. КТ-срез, выполненный в аксиальной плоскости на уровне клеток решетчатого лабиринта

Б. КТ-срез, выполненный в коронарной плоскости на уровне передних отделов полости носа



В. КТ-срез, выполненный в сагиттальной плоскости на уровне носовой перегородки

Послеоперационный период протекал гладко, без осложнений. На следующий день после операции тампон из полости носа удален. Проведена антибактериальная, десенсибилизирующая, симптоматическая терапия.

На 5-й день с рекомендациями больной выписан домой в удовлетворительном состоянии.

Выводы

Таким образом, нами приведен достаточно редкий случай из практики ЛОР-врача, который также во многих случаях могут принимать за иное объемное новообразование (согласно гистологическому исследованию злокачественного роста нет). Клиника пиоцеле решетчатого лабиринта длительное время остается скудной и только при достижении больших размеров, оказав механическое давление на смежные структуры, может проявиться. На наш взгляд, в подобных случаях необходимо проводить дифференциальную диагностику с некоторыми объемными процессами, которую мы представили в виде таблицы. Также важны характерные особенности на компьютерной томограмме при постановке диагноза, особенно для дифференциации со злокачественным процессом.

Список литературы

1. Аллахвердиев С.А. Выбор оптимального хирургического доступа при кистах верхнечелюстных пазух: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2010. 84 с.

2. Насыров В.А., Сулайманов Ж.С., Турапова Ж.М. Пиоцеле лобной пазухи // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 1. С. 20.

3. Marambaia O., Gomes A.M., Marambaia P.P. et al. Tratamento endoscopico das mucoceles frontoetmoidais. Rev Bras Otorrinoloaringol. 2008. 74(Supl).

4. Tinoco P., Pereira J.C., Lourenco Filho R.C. et al. Tratamento nasoendoscópico da mucocele de seio esfenoidal. Arq. Int. Otorrinolaringol. 2009. № 13. P. 336–339.

5. Cavazza S., Bocciolini C., Laudadio P. et al. Two anomalous localizations of mucocele: clinical presentation and retrospective review. Acta Otorhinolaryngol Ital. 2007. № 27. P. 208211.

6. Лихачев А.Г. Заболевания верхних дыхательных путей: многотомное руководство по оториноларингологии. М., 1963. Т. IV. 558 с.

7. Пискунов Г.З., Пискунов С.З. Клиническая ринология. 3-е изд., доп. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2017. 750 с.

8. Насыров В.А., Исламов И.М., Солодченко Н.В. Пиомукоцеле лобной пазухи // Медицинский журнал Астаны. 2016. № 1. С. 174–177.

УДК 615.072:615.11

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ ПРОЦЕДУРЫ «АНАЛИЗ ВОДЫ ОЧИЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ АПТЕЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ»

Савченко И.А., Корнеева И.Н., Лукша Е.А., Подгурская В.В.

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, Омск, e-mail: irina0458@yandex.ru

Введение в действие Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания и внедрение международных отраслевых стандартов в фармацевтической отрасли позволяет решать задачи обеспечения отечественного рынка качественными лекарственными средствами, соответствующими требованиям российских и мировых стандартов. Одной из актуальных проблем остается разработка стандартных операционных процедур (СОПов) – локальных нормативных актов аптечной организации, содержащих детальное описание всех процессов, которые должны выполняться с соблюдением требований действующего законодательства. Разработка шаблонов стандартных операционных процедур позволит аптекам создавать собственные СОПы, учитывающие особенности конкретной организации. Наиболее остро проблема разработки стандартных операционных процедур стоит перед аптечными организациями, осуществляющими изготовление и отпуск лекарственных препаратов для медицинского применения. Это обусловлено необходимостью иметь СОПы не только на все виды непроизводственной деятельности аптечной организации, но и на все этапы изготовления и контроля качества лекарственных средств. В статье приведен алгоритм создания стандартной операционной процедуры по контролю качества воды очищенной для провизора-аналитика в условиях производственных аптек. Представленный шаблон также может быть использован для разработки СОПов аптечными организациями.

Ключевые слова: стандартная операционная процедура, вода очищенная, Государственная фармакопея, контроль качества, аптечная организация

THE DEVELOPMENT OF STANDARD OPERATING PROCEDURE «THE ANALISIS OF PURIFIED WATER IN PHARMACEUTICAL ORGANIZATIONS MANUFACTORING PHARMACEUTICAL PRODUCTS»

Savchenko I.A., Korneeva I.N., Luksha E.A., Podgurskaya V.V.

Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: irina0458@yandex.ru

Introduction to an action of State pharmacopeia of Russian Federation XIV editions and implementation of international branch standards in pharmaceutical branch allows to solve the problem of supplying domestic market with qualitative medical products, responded to Russian and world standards. One of the urgent problems remains development of standard operational procedures (SOP) is local normative acts of chemist's organization containing a detailed description of all processes which should be executed with an observance of requirements of current legislation. Developing the templates of standard operational procedures to all kinds of activity released by pharmaceutical organizations will provide the chemist's stores the opportunity to create its own SOP, taking into account features of a particular organization. The problem of developing the standard operational procedures is acute for pharmaceutical organizations carrying out manufacturing and releasing of pharmaceutical products for the medical application. It is caused by the necessity to have SOP not only to all kinds of non-productive activity of pharmaceutical organization but also to all fabrication stages and quality surveillance of medical products. In the article, the algorithm of the creation of standard operational procedure on quality surveillance of water of cleared for pharmacist-analyst in the conditions of industrial chemist's stores is presented. A presented template can be used for development SOP by pharmaceutical organizations.

Keywords: the standard operational procedure, purified water, State pharmacopeia, quality control, pharmaceutical organization

Внедрение международных отраслевых стандартов в фармацевтической отрасли является актуальной задачей. Требования перехода аптечных организаций на стандарты GPP (Good Pharmacy Practice) с 1 марта 2017 г. законодательно закреплены в приказе МЗ РФ № 647н от 31.08.2016 г. «Об утверждении Правил надлежащей аптечной практики лекарственных препаратов для медицинского применения». В связи с этим одной из основных проблем для аптек, осуществляющих изготовление лекарственных препаратов, является разработка стандартных операционных процедур (СОПов) – внутренних нормативных документов, регламентирующих все виды деятельности аптечной организации. Основной задачей СОПов является предупреждение совершения ошибок при выполнении той или иной манипуляции. Созданная в аптеке СОП должна быть подробной и четкой пошаговой инструкцией, реально отражающей все виды деятельности сотрудника аптеки в конкретной ситуации. СОПы могут быть дополнены инструкциями, расположенными рядом с рабочими местами сотрудников,

и помочь конкретизировать каждый этап той или иной процедуры. СОП может быть составлена в виде обычного текста или в виде таблицы, схемы последовательных процедур [1].

Таким образом, стандартная операционная процедура (СОП) – это документально оформленные локальные нормативные правовые акты аптечной организации, содержащие детальное описание стадий процедуры (способа или процесса), которые должны быть выполнены с соблюдением требований действующего законодательства, регулирующего осуществление фармацевтической деятельности, а также мер предосторожности, прямо или косвенно относящихся к изготовлению, контролю качества и (или) реализации лекарственных средств [2].

Производственная деятельность аптеки невозможна без использования воды очищенной. Вода в аптеках применяется для разных целей: в качестве растворителя при производстве лекарственных средств, вспомогательного вещества в составе лекарственных препаратов, для мойки, обработки и очистки оборудования и т.д. Поэтому контролю качества воды в аптеках уделяется особое внимание, и, соответственно, одной из основных профессиональных задач провизора-аналитика является контроль качества воды очищенной.

В связи с этим целью данного исследования явилась разработка алгоритма составления стандартной операционной процедуры (СОП) – контроль качества воды очищенной в условиях аптечных организаций, осуществляющих изготовление и отпуск лекарственных препаратов для медицинского применения.

Материалы и методы исследования

Алгоритм составления СОП по контролю качества воды очищенной разработан согласно требованиям ФС.2.2.0020.18 «Вода очищенная» ГФ РФ XIV издания и в соответствии с действующей нормативной документацией, регламентирующей деятельность аптечных организаций [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанный алгоритм составления стандартной операционной процедуры по контролю качества воды очищенной в условиях производственных аптек включает несколько разделов (рисунок).

Титульный лист документа может содержать графы, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Титульный лист СОП по контролю качества воды очищенной

Название СОП: Контроль качества воды очищенной	
Наименование аптечной организации	
Код (номер) документа:	
Составил: Провизор-аналитик_____ _____ *Ф.И.О.* *подпись*	Утвердил: Руководитель _____ _____ *Ф.И.О.* *подпись*
Документ введен в действие: « » _____20___г	Документ актуализирован: « » _____20___г

Содержание разделов СОП по контролю качества воды очищенной

Раздел 1. Общие положения

Определения и сокращения, принятые в документе

1. ГФ – Государственная фармакопея.

2. ФС – Фармакопейная статья.

3. ОФС – Общая фармакопейная статья.

4. СОП – Стандартная операционная процедура.

Цель: стандартизация процедуры контроля качества воды очищенной.

Область применения: настоящая стандартная операционная процедура определяет порядок анализа воды очищенной и форму отчетности.

Ответственность: положения, изложенные в данной стандартной операционной процедуре (СОП) обязательны для провизора-аналитика.

Подготовительные мероприятия и общие замечания к проведению контроля качества воды очищенной:

1. Подготовка приборов и оборудования:

В качестве прибора для потенциометрического определения pH используют иономеры или pH-метры с чувствительностью не менее 0,05 единиц pH или 3 мВ [4].

2. Подготовка реактивов для контроля качества одной пробы воды очищенной [5]:

1) насыщенный раствор калия хлорида 0,3 мл;

2) раствор кислоты азотной 0,5 мл;

3) 2 % раствор серебра нитрата 0,5 мл;

4) 7,3 % раствор кислоты хлористоводородной разведенной 0,1 мл;

5) 6,1 % раствор бария хлорида 0,1 мл;

6) 10 % раствор аммония хлорида 1 мл;

7) 10 % раствор аммиака 1 мл;

8) 4 % раствор аммония оксалата 1 мл.

3. Подготовка лабораторной посуды, необходимой для контроля качества одной пробы воды очищенной:

1) стакан лабораторный 100 мл.

2) пробирки бесцветные, прозрачные, из нейтрального стекла с плоским дном, одинакового диаметра (около 1,5 см), 6 штук;

3) пипетки мерные градуированные 1 мл, 6 штук;

4) микропипетки мерные градуированные, 2 штуки;

5) пробоотборник, изготовленный из материала, который не загрязняет воду и не реагирует с ней. Вместимость пробоотборника должна быть достаточной для отбора всей точечной пробы, а его конструкция должна быть доступна для очистки. Используемые пробоотборники должны быть чистыми и сухими.

4. Процедура отбора проб воды очищенной [6]:

Отбор проб осуществляет провизор-аналитик ежедневно из каждого баллона в количестве 130 мл (для контроля качества одной пробы); при подаче воды по трубопроводу – на каждом рабочем месте в количестве 130 мл (для контроля качества одной пробы).

Отбор точечных проб проводят пробоотборником с разных уровней: верхнего, среднего и нижнего слоев каждого баллона (крана трубопровода). Для отбора проб воды очищенной ее сначала тщательно перемешивают; в случае, если перемешивание затруднено (большие емкости), точечные пробы отбирают без перемешивания из разных слоев.

5. Общие замечания:

Согласно требованиям приказа Минздрава РФ № 751н от 26.10.2015 «Об утверждении правил изготовления и отпуска лекарственных препаратов для медицинского применения аптечными организациями, индивидуальными предпринимателями, имеющими лицензию на фармацевтическую деятельность», разделу VII, п.130 вода очищенная ежедневно из каждого баллона проверяется на отсутствие хлоридов, сульфатов и солей кальция в соответствии с требованиями действующей Государственной фармакопеи XIV издания и ФС.2.2.0020.18 «Вода очищенная».

Ежеквартально вода очищенная должна направляться в аккредитованную в установленном порядке испытательную лабораторию (центр) для полного анализа в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи и иных, утвержденных в установленном порядке нормативных правовых актов. Отбор проб и их предоставление на анализ в сторонние лаборатории, а также получение результатов анализа осуществляет провизор-аналитик.

Раздел 2. Проведение контроля качества воды очищенной

1. Методика определения pH в воде очищенной:

Определение проводят потенциометрически в соответствии с требованиями ОФС.1.2.1.0004.15 «Ионометрия». В ФС.2.2.0020.18 «Вода очищенная» ГФ РФ XIV отсутствует значение показателя pH, однако согласно требованиям приказа Минздрава РФ № 751н от 26.10.2015 провизор-аналитик при заполнении журнала регистрации контроля качества воды очищенной должен внести результаты определения pH в соответствующую графу. В связи с этим необходимо определить значение этого показателя. Подготовка приборов к работе и проведение измерений производят согласно прилагаемым инструкциям. Измерения проводят при температуре в интервале от

20 до 25 °С. К 100 мл испытуемой воды очищенной прибавляют 0,3 мл насыщенного раствора калия хлорида. Электроды прибора погружают в испытуемый раствор и измеряют pH. Полученные результаты провизор-аналитик вносит в журнал регистрации результатов контроля воды очищенной.

2. Методика проведения испытания на недопустимые примеси в воде очищенной [7].

Хлориды (Cl^-) [8]:

Методика: к 10 мл испытуемой воды очищенной прибавляют 0,5 мл азотной кислоты, раствор делят на две равные части (пробирки одинакового стекла и диаметра). В одну из пробирок прибавляют 0,5 мл 2 % раствора серебра нитрата, перемешивают и через 5 мин пробирки просматривают на темном фоне в проходящем свете. Между пробирками не должно быть заметной разницы.

Химизм реакции:

$$Cl^- + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NO_3^-$$

Наблюдаемый результат _____.

Вывод: вода очищенная соответствует/ не соответствует требованиям по содержанию хлоридов.

Сульфаты (SO_4^{2-}) [9]:

Методика: к 10 мл испытуемой воды очищенной прибавляют 0,1 мл 7,3 % раствора кислоты хлористоводородной разведенной, раствор делят на две равные части (пробирки одинакового стекла и диаметра). В одну из пробирок прибавляют 0,1 мл 6,1 % раствора бария хлорида, перемешивают и через 1 час пробирки просматривают на темном фоне в проходящем свете. Между пробирками не должно быть заметной разницы.

Химизм реакции:

$$SO_4^{2-} + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2Cl^-$$

Наблюдаемый результат _____.

Вывод: вода очищенная соответствует/ не соответствует требованиям по содержанию сульфатов.

Кальций (Ca^{2+}) [10]:

Методика: к 10 мл испытуемой воды очищенной прибавляют 1 мл 10 % раствора аммония хлорида, 1 мл 10 % раствора аммиака, раствор делят на две равные части (пробирки одинакового стекла и диаметра). В одну из пробирок прибавляют 1 мл 4 % раствора аммония оксалата, перемешивают и через 10 мин пробирки просматривают на темном фоне в проходящем свете. Между пробирками не должно быть заметной разницы.

Химизм реакции:

$$Ca^{2+} + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2(NH_4)^+$$

Наблюдаемый результат _____.

Вывод: вода очищенная соответствует/ не соответствует требованиям по содержанию ионов кальция.

Раздел 3. Обработка результатов анализа

По результатам проведенных испытаний провизор-аналитик заполняет журнал регистрации результатов контроля воды очищенной согласно требованиям приказа Минздрава РФ № 751н от 26.10.2015 г. Графы журнала представлены в табл. 2.

Журнал регистрации результатов контроля воды очищенной должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен подписью руководителя учреждения и печатью вышестоящей организации.

При получении результатов анализа воды очищенной, не соответствующих требованиям ФС, получают новую партию воды очищенной и проводят контроль качества полученной воды.

Раздел 4. Нормативная база, используемая при создании СОП

1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания. Том 3. – М., 2018. – ФС.2.2.0020.18. «Вода очищенная».

2. Приказ МЗ РФ от 26.10.2015 г. № 751н «Об утверждении правил изготовления и отпуска лекарственных препаратов для медицинского применения аптечными организациями, индивидуальными предпринимателями, имеющими лицензию на фармацевтическую деятельность». – М., 107 с.

Раздел 5. Приложения к СОП

Приложения содержат рабочую инструкцию, содержащую краткое изложение проводимых испытаний (табл. 3). Рабочая инструкция размещается непосредственно на рабочем месте провизора-аналитика.

Таблица 2

Форма журнала контроля качества воды очищенной

дата получения (отгонки) воды	дата контроля воды	номер проведенного химического анализа	номер баллона или бюретки, из которых взята на анализ вода	результаты контроля на отсутствие примесей	показатели pH среды	заключение о результатах анализа воды (удовлетворяет/не удовлетворяет)	подпись лица, проводившего анализ
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

Таблица 3

Рабочая инструкция по контролю качества воды очищенной

Определяемый показатель	Методика проведения испытания	Результат
pH	К 100 мл испытуемой воды очищенной + 0,3 мл насыщенного раствора калия хлорида, измеряют pH потенциометрически	pH от 5,0 до 7,0
Хлориды	В пробирку 10 мл испытуемой воды очищенной + 0,5 мл азотной кислоты, раствор делят на две равные части (пробирки одинакового стекла и диаметра). В одну из пробирок + 0,5 мл 2% раствора серебра нитрата, перемешивают и через 5 мин пробирки просматривают на темном фоне в проходящем свете	Различий между пробирками быть не должно
Сульфаты	В пробирку 10 мл испытуемой воды очищенной + 0,1 мл 7,3% раствора кислоты хлористоводородной разведенной, раствор делят на две равные части (пробирки одинакового стекла и диаметра). В одну из пробирок + 0,1 мл 6,1% раствора бария хлорида, перемешивают и через 1 час пробирки просматривают на темном фоне в проходящем свете	Различий между пробирками быть не должно
Кальций	В пробирку 10 мл испытуемой воды очищенной + 1 мл 10% раствора аммония хлорида, 1 мл 10% раствора аммиака, раствор делят на две равные части (пробирки одинакового стекла и диаметра). В одну из пробирок + 1 мл 4% раствора аммония оксалата, перемешивают и через 10 мин пробирки просматривают на темном фоне в проходящем свете	Различий между пробирками быть не должно
Заключение	Заполняют журнал регистрации результатов контроля воды очищенной	удовлетворяет/ не удовлетворяет

Заключение

Таким образом, разработанный алгоритм составления СОП по контролю качества воды очищенной может быть использован сотрудниками производственных аптек в качестве шаблона при разработке собственных СОПов.

Список литературы

1. Стрелков С.В., Подушкин В.Ю., Котова Н.И. Формирование внутренней нормативной документации аптечной организации согласно основным принципам системы менеджмента качества // Успехи современной науки. 2017. Т. 5. № 1. С. 112–116.

2. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 31.08.2016 № 647н «Об утверждении Правил надлежащей аптечной практики лекарственных препаратов для медицинского применения» [Электронный ресурс]. URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71482810/ (дата обращения: 10.11.2018).

3. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 26.10.2015 г. № 751н «Об утверждении правил изготовления и отпуска лекарственных препаратов для медицинского применения аптечными организациями, индивидуальными предпринимателями, имеющими лицензию на фармацевтическую деятельность» [Электронный ресурс]. URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71285104/ (дата обращения: 10.11.2018).

4. Государственная фармакопея РФ XIV издания. ОФС.1.2.1.0004.15 «Ионометрия». М., 2018. Т. 1. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_1/HTML/1/index.html (дата обращения: 10.11.2018).

5. Государственная фармакопея РФ XIV издания. ОФС.1.2.2.2.15 «Испытания на чистоту и допустимые пределы примесей». М., 2018. Т. 1. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_1/HTML/1/index.html (дата обращения 10.11.18).

6. Государственная Фармакопея РФ XIV издания. ОФС.1.1.0004.15 «Отбор проб». М., 2018. Т. 1. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_1/HTML/1/index.html (дата обращения: 10.11.2018).

7. Государственная фармакопея РФ XIV издания. ФС.2.2.0020.18 «Вода очищенная». М., 2018. Т. 3. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_1/HTML/1/index.html (дата обращения: 10.11.2018).

8. Государственная фармакопея РФ XIV издания. ОФС.1.2.2.2.0009.15 «Хлориды». М., 2018. Т. 1. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_1/HTML/1/index.html (дата обращения: 10.11.2018).

9. Государственная фармакопея РФ XIV издания. ОФС.1.2.2.2.0003.15 «Кальций». М., 2018. Т. 1. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_1/HTML/1/index.html (дата обращения: 10.11.2018).

10. Государственная фармакопея РФ XIV издания. ОФС.1.2.2.2.0007.15 «Сульфаты». М., 2018. Т. 1. URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_1/HTML/1/index.html (дата обращения: 10.11.2018).

УДК 616.36-006

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ХОЛАНГИОКАРЦИНОМЫ

[1]Туманова У.Н., [1,2]Щеголев А.И., [2]Мишнёв О.Д.

[1]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

[2]ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, e-mail: ashegolev@oparina4.ru

Холангиокарцинома (ХКЦ) занимает второе место по частоте встречаемости среди злокачественных опухолей печени, составляя порядка 8 % от общего их количества. Проведен анализ данных литературы, посвященной факторам риска развития ХКЦ. Развитие ХКЦ связано с воспалительными поражениями желчных протоков. В качестве предрасполагающих факторов выделяют гепатолитиаз, первичный склерозирующий холангит, поликистоз печени, билиарные гамартомы, поражение печени гельминтами, врожденное расширение желчных протоков, аномалии развития протоков панкреато-билиарной зоны. Существенными факторами риска являются также цирроз и вирусные гепатиты: в США и странах Европы преимущественно гепатит С, в Южной Корее и Китае – гепатит В. В странах Юго-Восточной Азии наиболее важным фактором риска является поражение печеночными двуустками. Курение и алкоголь также повышают риск развития ХКЦ. В западных странах повышение частоты развития внутрипеченочной ХКЦ обусловлено главным образом увеличением числа пациентов с ожирением и различными метаболическими расстройствами. У больных, страдающих системной красной волчанкой, риск развития внепеченочной ХКЦ, наоборот, понижен. Знание факторов риска и выяснение соответствующих звеньев онкогенеза ХКЦ является основой для разработки более эффективных мер профилактики и ранних методов лечения.

Ключевые слова: печень, холангиокарцинома, фактор риска

RISK FACTORS FOR CHOLANGIOCARCINOMA

[1]Tumanova U.N., [1,2]Shchegolev A.I., [2]Mishnev O.D.

[1]National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov, Ministry of Health of Russia, Moscow;

[2]N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, e-mail: ashegolev@oparina4.ru

Cholangiocarcinoma (CCC) is in second place in the frequency of occurrence among malignant tumors of the liver and is about 8 % of their total number. The analysis of literature data on risk factors for the development of CCC has been carried out. CCC development is associated with inflammatory lesions of the bile ducts. Hepatolithiasis, primary sclerosing cholangitis, polycystic liver disease, biliary hamartomas, liver damage by helminths, congenital dilatation of the bile ducts, developmental anomalies of the pancreatic biliary zone are distinguished as predisposing factors. Cirrhosis and viral hepatitis are also significant risk factors: hepatitis C is predominant in the United States and Europe, hepatitis B – in South Korea and China. In South-East Asian coun-tries, hepatic flukes are the most important risk factor. Smoking and alcohol also increase the risk of CCC. In Western countries, the increase in the incidence of intrahepatic CCC is mainly due to an increase in the number of patients with obesity and various metabolic disorders. In patients with systemic lupus erythematosus, the risk of extrahepatic CCC, on the contrary, is reduced. The basis for the development of more effective prevention measures and early treatment methods is the knowledge of risk factors and elucidation of the relevant CCC oncogenesis links.

Keywords: liver, cholangiocarcinoma, risk factor

Холангиокарцинома (ХКЦ) объединяет злокачественные опухоли, развивающиеся из эпителия различных видов желчных протоков: внутрипеченочных, в области ворот печени и дистальных отделов желчевыводящей системы [1]. Внутрипеченочная ХКЦ занимает второе место по частоте встречаемости среди злокачественных опухолей печени, составляя порядка 8 % от общего их количества [2].

К сожалению, в большинстве статистик заболеваемости и смертности наблюдения внутрипеченочные ХКЦ объединены с гепатоцеллюлярными карциномами. Так, по данным J. Ferlay с соавт. [3] распространенность злокачественных опухолей печени составляла в 2012 г. 10,1 на 100000 населения, в том числе 15,3 среди мужчин и 5,4 среди женщин. В Российской Федерации также учитывается только общая выявляемость всех злокачественных новообразований печени и внутрипеченочных желчных протоков (С22 МКБ-10), показатели которой возросли на 21,7 % с 2012 г. (4,6 на 100000 населения) по 2017 г. (5,6 на 100000 населения). При этом удельный вес больных с опухолями печени, выявленными активно, составил в 2017 г. всего лишь 7,0 % [4]. Вместе с тем в литературе имеются данные, указывающие, что самая высокая заболеваемость ХКЦ наблюдается в северо-восточном Таиланде, достигаю-

щая 100 на 100000 среди мужчин и 50 на 100000 среди женщин [5].

ХКЦ характеризуется очень плохим прогнозом, поскольку единственно эффективным методом лечения является только оперативное лечение на ранних стадиях заболевания [6]. Медиана выживаемости у неоперированных больных составляет лишь 6 месяцев, а 5-летняя выживаемость после резекции при отсутствии признаков опухолевого роста в краях резекции – от 20% до 40% [7]. В этой связи важным моментом снижения и даже предупреждения заболеваемости новообразованиями является выяснение факторов риска их развития.

Цель работы: анализ данных литературы о факторах риска и причинах развития холангиокарциномы.

Считается, что развитие ХКЦ связано с воспалительными поражениями желчных протоков. В качестве предрасполагающих факторов выделяют гепатолитиаз, первичный склерозирующий холангит, поликистоз печени, билиарные гамартомы, поражение печени трематодами, врожденное расширение желчных протоков, аномалии развития протоков панкреато-билиарной зоны [8].

Установлено, что примерно в 3–5% наблюдений пациентов с гепатолитиазом выявляется ХКЦ [9]. Важно, что у жителей стран Запада достаточно редко наблюдаются конкременты во внутрипеченочных желчных протоках, хотя во внепеченочных желчных протоках они встречаются у 10–15% населения [10]. Наряду с этим, в странах Юго-Восточной Азии, в частности на Тайване, у 50–70% больных, перенесших резекцию по поводу ХКЦ, отмечались признаки гепатолитиаза [11].

Точные причины камнеобразования во внутрипеченочных желчных протоках, к сожалению, не известны. Наибольшее значение придается диете, а также врожденным аномалиям развития и хроническому воспалению этих протоков. Чаще всего наблюдаются коричневые пигментные камни, состоящие из билирубината кальция. Наличие конкрементов и/или инфекции сопровождается присоединением воспаления с развитием гиперплазии холангиоцитов и последующей их опухолевой трансформацией. Действительно, в желчных протоках, содержащих камни, определяются признаки гиперплазии эпителия, а также предопухолевые поражения в виде билиарной интраэпителиальной неоплазии и внутрипротоковой сосочковой неоплазии [9].

Первичный склерозирующий холангит, расцениваемый в качестве наиболее выраженного фактора риска развития ХКЦ, характеризуется наличием хронического воспаления и выраженного склероза вокруг относительно крупных внутрипеченочных желчных протоков. По данным [12], в 83% наблюдений первичного склерозирующего холангита выявляется тяжелая дисплазия эпителия крупных желчных протоков. Ежегодная заболеваемость ХКЦ среди пациентов с первичным склерозирующим холангитом составляет 0,6–1,5% [13]. При этом у больных с первичным склерозирующим холангитом внутрипеченочная ХКЦ развивается в более молодом возрасте (в основном от 30 до 50 лет) по сравнению с пациентами, не имеющими холангита. Более трети случаев ХКЦ диагностируется в первые два года после выявления первичного склерозирующего холангита, риск же ее развития не зависит от длительности воспалительного процесса. В этой связи риск развития ХКЦ через 2–10 лет после диагностики первичного склерозирующего холангита гораздо ниже (7%) [13].

Установлено, что фактором риска развития ХКЦ при первичном склерозирующем холангите является полиморфизм гена рецептора естественных клеток-киллеров G2D (NKG2D) является [14]. Наиболее часто ХКЦ развивается у больных с первичным склерозирующим холангитом, сочетающимся с воспалительными поражениями кишечника и особенно с язвенным колитом [9]. Можно также добавить, что в США у больных с холангитом риск развития внутрипеченочной ХКЦ повышен в 21,5 раза, а внепеченочных форм ХКЦ – 40,8 раза [10].

В ряде случаев развитие внутрипеченочной ХКЦ обусловлено хронической гельминтной инвазией: трематодами, хлонорхозом, описторхозом. Подтверждением этому служат данные о более высокой частоте заболеваемости ХКЦ при употреблении сырой или недоваренной рыбы в странах Юго-Восточной Азии. Так, в Тайланде основной причиной развития внутрипеченочной ХКЦ считаются поражения печени, вызванные печеночными двуустками (*Clonorchis sinensis* и *Opistorchis viverrini*). Подобные паразиты вызывают хроническое воспаление проксимальных желчных протоках, что способствует злокачественной трансформации их эпителия [15].

Врожденное расширение желчных протоков, а также кисты холедоха обусловлены в основном аномалиями развития панкреато-билиарной зоны. Такие врожденные аномалии, включая кистозное расширение внутрипеченочных желчных протоков (болезнь и синдром Кароли) и кисты холедоха, в 15% наблюдений подвергаются малигнизации у взрослых пациентов (средний возраст постановки диагноза составляет 34 года) [16].

Вместе с тем при анализе больных старше 68 лет синдром Кароли сопровождался повышением риска развития внутрипеченочной ХКЦ в 38,1 раза и внепеченочной ХКЦ – в 96,8 раза [10].

Y. Nakanuma с соавт. [9] показали, что аномалии билио-панкреатических протоков могут явиться причиной развития карциномы желчного пузыря и дистальной ХКЦ. Обращает на себя внимание, что частота выявления холангиокарциномы у больных при отсутствии лечения кист холедоха достигает 28 % [24 из 2016 Zhang], а после соответствующего лечения – лишь 3 % [17].

Хорошо известно, что ведущим фактором риска развития гепатоцеллюлярной карциномы является цирроз печени [1]. Развитие гепатоцеллюлярной карциномы на фоне цирроза печени представляет собой прогрессирование тканевого и клеточного атипизма в сочетании с нарушениями кровообращения новообразованного узла [18, 19].

Рядом исследователей показано [20], что вирусы гепатита С и В, а также цирроз печени независимо от его этиологии способствуют и развитию ХЦК. На основании проведенного метаанализа 16 исследований H. Li с соавт. [21] установили, что отношение шансов для развития ХЦК у пациентов с инфекцией HCV составляет 3,38 (95 % доверительный интервал 2,72–4,21). В Японии же риск развития внутрипеченочной ХКЦ на фоне цирроза печени, вызванного вирусом гепатита С, примерно в 1000 раз выше по сравнению с показателями населения в целом [9]. В то же время в результате когортного исследования 11605 больных с циррозом печени различной этиологии установлено 10-кратное увеличение частоты развития ХЦК в течение 6 лет [22].

Согласно данным L.-Y. Tao с соавт. [23], в Китае у больных, страдающих внутрипеченочной ХКЦ, отмечается более высокая частота выявления HBsAg и анти-HBc (при отсутствии HBsAg): 27,9 % и 50,8 % соответственно по сравнению с 5,0 % и 37,6 % в контрольной группе). При этом значения частоты выявления маркеров гепатита В при внепеченочной холангиокарциноме и в контрольной группе не имели значимых отличий [23].

Другие исследователи также указывают на роль инфицирования вирусом гепатита В в развитии цирроза печени и внутрипеченочной ХКЦ [20]. Действительно, гепатоциты и холангиоциты имеют общие прогениторные клетки, вследствие чего процессы канцерогенеза, вызванные вирусом гепатита В, могут иметь одинаковые звенья . Более того, имеющиеся в литературе данные о потенциирующей роли воспаления в развитии внутрипеченочной ХКЦ подтверждают факт влияния вирусов гепатита В на онкогенез холангиоцитов. При этом вирус гепатита В способствует развитию ХКЦ и при отсутствии цирроза печени [24].

Важным моментом является то, что роль вирусных гепатитов С и В в развитии ХКЦ зависит от географического региона. Так, гепатит С более распространен в Западных странах, тогда как гепатит В считается эндемичным для стран Азии. В исследованиях, проведенных в США и Европе, внутрипеченочная ХКЦ имела более высокую ассоциацию с гепатитом С, а в Южной Кореи и Китае – с гепатитом В [25]. Японские авторы установили более частую зависимость внутрипеченочной ХКЦ от наличия гепатита С по сравнению с гепатитом В [26]. Согласно результатам проведенного метаанализа [27], значения отношения шансов риска развития внутрипеченочной ХКЦ у больных с циррозом печени составили 22,92 (95 % доверительный интервал 18,24–28,79), а у пациентов с вирусным гепатитом С и В – 4,84 (2,41–9,71) и 5,10 (2,91–8,95) соответственно.

Необходимо отметить, что вирусная инфекция и цирроз печени являются фоном для развития внутрипеченочной ХКЦ, в то время как гепатолитиаз и врожденная дилатация желчных протоков способствует развитию ХКЦ более крупных протоков. В этой связи актуальной задачей ранней диагностики новообразования является разработка лучевых дифференциально-диагностических критериев ХКЦ и ГЦР как на фоне цирроза печени, так и при его отсутствии [28, 29].

Хронические заболевания печени, вызванные невирусными причинами, также могут способствовать развитию ХКЦ. Так, неалкогольный стеатогепатит, равно как и неалкогольная жировая болезнь печени, повышают риск развития внутрипеченочной ХКЦ, при этом опухоль выявляется, как правило, при меньших размерах [9]. Подобные данные согласуются с заключением J.L. Petrick с соавт. [10] о более частом развитии внутрипеченочной ХКЦ по сравнению с внепеченочными ее формами у пациентов с избыточной массой тела и ожирением.

Можно добавить, что практически все метаболические расстройства сочетаются с более частым развитием внутрипеченочной ХКЦ. Установлено, что при сахарном диабете 2 типа риск развития внутрипеченочной ХКЦ повышен на 97 %, а внепеченочных форм ХКЦ на 63 % [10]. Наличие дислипидемии и артериальной гипертензии также чаще ассоциировалось с внутрипече-

ночной ХКЦ. Согласно данным W.C. Palmer с соавт. [27], риск развития внутрипеченочной ХКЦ при ожирении повышен на 56%, при сахарном диабете 2 типа – на 89%. При метаболическом синдроме риск повышен на 60%. В этой связи обращает на себя внимание заключение J.L. Petrick с соавт. [10] о том, что именно увеличение числа больных с различными метаболическими нарушениями, включая ожирение, является ведущей причиной увеличения частоты заболеваемости внутрипеченочной ХКЦ. В качестве основных звеньев патогенеза при этом рассматривается развитие системного воспаления с повышением уровней фактора некроза опухоли α, интерлейкина-6, лептина и снижением адипонектина.

Примечательно, что у больных, страдающих системной красной волчанкой, риск развития внепеченочной ХКЦ, наоборот, понижен (отношение шансов – 0,40, 95% доверительный интервал 0,19–0,83) [10]. Причиной подобной особенности является, по мнению авторов, прием кортикостероидов и противовоспалительных препаратов.

Практически все исследователи указывают, что курение и алкоголь также повышают риск развития ХКЦ. По данным W.C. Palmer и T. Patel [27] для курильщиков отношение шансов составляет 1,31 (95% доверительный интервал 0,95–1,82), для лиц, употребляющих алкоголь – 2,81 (1,52м5,21). Y.H. Shaib с соавт. [30] указывают, что у больных с алкогольным поражением печени риск развития ХЦК повышен в 7,6 раза. Согласно данным J.L. Petrick с соавт. [10], курение в большей мере повышает риск развития внепеченочной ХКЦ (отношение шансов 1,77 по сравнению 1,46 для внутрипеченочной формы), а употребление алкоголя – внутрипеченочной ХКЦ (отношение шансов 3,72 по сравнению 2,60 для внепеченочных форм).

Потенциальным канцерогеном для ХКЦ считается торотраст (25% раствор диоксида тория), применявшийся в 1930–1950-х гг. в качестве рентгеноконтрастного вещества, хотя средний период времени для развития ХКЦ составлял 30–35 лет. В 2014 г. S. Kubo с соавт. [31] описали серию из 17 наблюдений ХКЦ у работников одной из типографий Японии, осуществляющих офсетную цветную печать. Возраст большинства работников с выявленной ХКЦ составил 25–45 лет. Авторы установили, что эти пациенты подверглись достаточно длительному воздействию концентрированных химических веществ, в частности дихлорметана и 1,2-дихлорпропана. При этом отмечалось развитие ХКЦ из внутрипеченочных крупных желчных протоков и внепеченочных желчных протоков в области ворот печени. В литературе также имеются указания, что частота развития ХКЦ выше у лиц определенных профессий, в частности у работников автомобильной, резиновой и химической промышленности [32].

Следует также отметить, что ХКЦ может развиваться и при отсутствии предшествующих поражений печени и желчевыводящих протоков, а также вышеперечисленных факторов риска. Решающую роль в подобных случаях играют, на наш взгляд, различные аберрации онкогенов, в частности генов супрессоров опухолей и хроматин модифицирующих генов. Показано, что развитие внутрипеченочной ХКЦ сопряжено с мутациями гена изоцитратдегидрогеназы (IDH) 1 и 2, а внепеченочной ХКЦ – с мутациями гена K-RAS [33].

Таким образом, на основании проведенного анализа данных литературы, можно заключить, что возникновение ХКЦ обусловлено рядом факторов. Наиболее существенными факторами риска являются первичный склерозирующий холангит, врожденные аномалии развития желчных протоков, а также цирроз и вирусные гепатиты. В странах Юго-Восточной Азии наиболее важным фактором риска является поражение печеночными двуустками. В западных странах повышение частоты развития внутрипеченочной ХКЦ обусловлено главным образом увеличением числа пациентов с ожирением и различными метаболическими расстройствами. Знание факторов риска и выяснение соответствующих звеньев онкогенеза ХКЦ является основой для разработки более эффективных мер профилактики и ранних методов лечения.

Список литературы

1. Щеголев А.И., Мишнев О.Д. Онкоморфология печени. М.: Изд-во РГМУ, 2006. 251 с.

2. Goodman Z.D. Neoplasms of the liver. Mod. Pathol. 2007. V. 20 (S.l). P. 49–60. DOI: 10.1038/modpathol.3800682.

3. Ferlay J., Soerjomataram I., Dikshit R. et al. Cancer incidence and mortality: sources, methods and major patters in GLOBOCAN 2012. Int. J. Cancer. 2015. V.136. P.E359–E386. DOI: 10.1002/ijc.29210.

4. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. 236 с.

5. Sripa B., Pairojkul C. Cholangiocarcinoma: lessons from Thailand. Curr. Opin. Gastroen-terol. 2008. V. 24. P. 349–356. DOI: 10.1097/MOG.0b013e3282fbf9b3.

6. Waseem D., Tushar P. Intrahepatic, perihilar and distal cholangiocarcinoma: Management and outcomes. Ann. Hepatol. 2017. V. 16. P. 133–139. DOI: 10.5604/16652681.1226927.

7. Blechacz B., Gores G.J. Cholangiocarcinoma: advances in pathogenesis, diagnosis, and treatment. Hepatology. 2008. V. 48. P. 308–321. DOI: 10.1002/hep.22310.

8. Gores G.J., Blechacz B. Cholangiocarcinoma: disease pathogenesis and new treatment para-digms. Biliary disease. From science to clinic / Ed. G. Hirschfield, D. Adams, E. Liaskou. Switzerland: Springer International Publishing AG, 2017. P. 219–228.

9. Nakanuma Y., Kakuda Y. Pathologic classification of cholangiocarcinoma: new concepts. Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol. 2015. V. 29. P. 277–293. DOI: 10.1016/j.bpg.2015.02.006.

10. Petrick J.L., Yang B., Altekruse S.F. et al. Risk factors for intrahepatic and extrahepatic cholangiocarcinoma in the United States: A population-based study in SEER-Medicare. PLoS ONE. 2017. V. 12. P.e0186643. DOI: 10.1371/journal.pone.0186643.

11. Patel T. Worldwide trends in mortality from biliary tract malignancies. BMC Cancer. 2002. V. 2. P. 10.

12. Lewis J.T., Talwalkar J.A., Rosen C.B. et al. Precancerous bile duct pathology in end-stage primary sclerosing cholangitis, with and without cholangiocarcinoma. Am. J. Surg. Pathol. 2010. V. 34. P. 27–34. DOI: 10.1097/PAS.0b013e3181bc96f9.

13. Claessen M.M., Vleggaar F.P., Tytgat K.M. et al. High lifetime risk of cancer in primary sclerosing cholangitis. J. Hepatol. 2009. V. 50. P. 158–164. DOI: 10.1016/j.jhep.2008.08.013.

14. Melum E., Karlsen T.H., Schrumpf E. et al. Cholangiocarcinoma in primary sclerosing chol-angitis is associated with NKG2D polymorphisms. Hepatology. 2008. V. 47. P. 90–96. DOI: 10.1002/hep.21964.

15. Sithithaworn P., Yongvanit P., Duenngai K. et al. Roles of liver fluke infection as risk factor for cholangiocarcinoma. J. Hepatobiliary Pancreat. Sci. 2014. V. 21. P. 301–308. DOI: 10.1002/jhbp.62.

16. Rizvi S., Eaton J.E., Gores G.J. Primary sclerosing cholangitis as a premalignant biliary tract disease: surveillance and management. Clin. Gastroenterol. Hepatol. 2015. V. 13. P. 2152–2165. DOI: 10.1016/j.cgh.2015.05.035.

17. Soares K.C., Kim Y., Spolverato G. et al. Presentation and clinical outcomes of choledochal cysts in children and adults: a multi-institutional analysis. JAMA Surg. 2015. V. 150. P. 577–584. DOI: 10.1001/jamasurg.2015.0226.

18. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Васкуляризация гепатоцеллюлярного рака // Архив па-тологии. 2015. № 2. С. 50–55.

19. Щеголев А.И., Туманова У.Н., Мишнёв О.Д. Факторы риска развития гепатоцеллюлярной карциномы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 9. С. 164–169.

20. Welzel T.M., Graubard B.I., El-Serag H.B. et al. Risk factors for intrahepatic and extrahe-patic cholangiocarcinoma in the United States: a populationbased case-control study. Clin. Gastroenterol. Hepatol. 2007. V. 5. P. 1221–1228. DOI: 10.1016/j.cgh.2007.05.020.

21. Li H., Hu B., Zhou Z.Q. et al. Hepatitis C virus infection and the risk of intrahepatic cholan-giocarcinoma and extrahepatic cholangiocarcinoma: evidence from a systematic review and meta-analysis of 16 case-control studies. World J. Surg. Oncol. 2015. V. 13. P. 161. DOI: 10.1186/s12957-015-0583-9.

22. Donato F., Gelatti U., Tagger A. et al. Intrahepatic cholangiocarcinoma and hepatitis C and B virus infection, alcohol intake, and hepatolithiasis: a case-control study in Italy. Cancer Causes Control. 2001. V. 12. P. 959–964.

23. Tao L.-Y., He X.-D., Qu Q. et al. Risk factors for intrahepatic and extrahepatic cholangiocarcinoma: a case-control study in China. Liver International. 2010. V. 30. P. 215–221. DOI: 10.1111/j.1478-3231.2009.02149.x.

24. Perumal V., Wang J., Thuluvath P. et al. Hepatitis C and hepatitis B nucleic acids are present in intrahepatic cholangiocarcinomas from the United States. Hum. Pathol. 2006. V. 37. P. 1211–1216. DOI: 10.1016/j.humpath.2006.04.012.

25. Razumilava N., Gores G.J. Cholangiocarcinoma. Lancet. 2014. V. 21. № 383(9935). P. 2168–2179. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61717-7.

26. Yamamoto S, Kubo S, Hai S. et al. Hepatitis C virus infection as a likely etiology of intrahepatic cholangiocarcinoma. Cancer Sci. 2004. V. 95. P. 592–595.

27. Palmer W.C., Patel T. Are common factors involved in the pathogenesis of primary liver cancers? A meta-analysis of risk factors for intrahepatic cholangiocarcinoma. J. Hepatol. 2012. V. 57. P. 69–76. DOI: 10.1016/j.jhep.2012.02.022.

28. Акинфиев Д.М., Бахмутова Е.Е., Беляков Г.А. и др. Лучевая диагностика и малоинвазивное лечение механической желтухи. М., 2010. 259 с.

29. Туманова У.Н., Кармазановский Г.Г., Щёголев А.И. Денситометрические характеристики гепатоцеллюлярного рака при спиральной компьютерной томографии // Медицинская визуализация. 2012. № 6. С. 42–49.

30. Shaib Y.H., El-Serag H.B., Davila J.A. et al. Risk factors of intrahepatic cholangiocarcinoma in the United States: a case-control study. Gastroenterol. 2005. V. 128. P. 620–626. DOI: 10.1016/j.cgh.2007.05.020.

31. Kubo S., Nakanuma Y., Takemura S. et al. Case series of 17 patients with cholangiocarci-noma among young adult workers of a printing company in Japan. J. Hepatobiliary Pancreat. Sci. 2014. V. 21. P. 479–488. DOI: 10.1002/jhbp.86.

32. Kubo S., Kinoshita M., Takemura S. et al. Characteristics of printing company workers newly diagnosed with occupational cholangiocarcinoma. J. Hepatobiliary Pancreat. Sci. 2014. V. 21. P. 809–817. DOI: 10.1002/jhbp.137.

УДК 57.081

АДАПТАЦИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К УСЛОВИЯМ ПЛАНШЕТНОЙ ФОТОМЕТРИИ: РЕКОМЕНДАЦИИ

Хрипач Л.В., Железняк Е.В., Князева Т.Д., Коганова З.И.

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, Москва, e-mail: lkhripach@mail.ru

Современные фотометры подразделяются по положению луча проходящего света относительно поверхности изучаемого раствора на горизонтальные (кюветные) и вертикальные (планшетные). Использование вертикальной планшетной фотометрии, по сравнению с классической горизонтальной, позволяет резко снизить расход биоматериала, реагентов и затрачиваемого времени при измерении различных биохимических показателей состояния организма людей и лабораторных животных. Адаптацией биохимических методов к условиям планшетной фотометрии занимаются фирмы, производящие планшетные фотометры или клинические биохимические тест-наборы. Приведенные в данной статье рекомендации позволяют исследователям, работающим в области прикладной биохимии, самостоятельно адаптировать к условиям планшетной фотометрии любые спектрофотометрические биохимические методы, встречающиеся в научной литературе, учитывая при этом такие характеристики имеющегося планшетного фотометра, как устройство блока выделения отдельных длин волн светового излучения (монохроматор/система светофильтров) и наличие блока инжекции компонентов реакции. Алгоритм адаптации биохимических методов к условиям планшетной фотометрии описан в статье в виде пяти основных этапов: 1) выбор светофильтра (для бюджетных моделей фотометров); 2) определение длины оптического пути при различных объемах инкубационной смеси в ячейке; 3) выбор общего объема инкубационной смеси в ячейках планшета в зависимости от особенностей метода; 4) выбор соотношения между объемом биологического образца и временем инкубации в зависимости от типа планшетного фотометра (автоматический /полуавтоматический); 5) вывод общей формулы для расчета значений измеряемого биохимического показателя на основании закона Бугера – Ламберта – Бера.

Ключевые слова: биохимические методы, планшетная фотометрия, адаптация

ADAPTATION OF BIOCHEMICAL METHODS TO PLATE PHOTOMETRY: RECOMMENDATIONS

Khripach L.V., Zheleznyak E.V., Knyazeva T.D., Koganova Z.I.

Centre for Strategic Planning, Russian Ministry of Health, Moscow, e-mail: lkhripach@mail.ru

Modern photometers are divided by the position of transmitted light relative to the surface of the solution into horizontal (cuvette) and vertical (plate). Using of vertical microplate photometry, in comparison with the classical horizontal one, allows to reduce sharply the consumption of biomaterial, reagents and required time for the measurement of various biochemical indices of human or animal organisms. The adaptation of biochemical methods to the conditions of plate photometry is carried out usually by commercial firms that produce plate photometers or clinical biochemical kits. The recommendations given in this article allow researchers working in the field of applied biochemistry to adapt for themselves any spectrophotometric biochemical method found in the scientific literature to the conditions of plate photometry, taking into account characteristics of the available equipment, such as mode of light splitting into separate wavelengths (monochromator/light filters) or presence of autosampler for reagents injection. The algorithm of adaptation of biochemical methods to plate photometry is described in the article as 5 main stages: 1) selection of light filter (for budget models of photometers); 2) determination of the optical path length for different volumes of incubation mixture in the cell; 3) the choice of the total volume of incubation mixture, depending on the characteristics of adaptable method; 4) the choice of the ratio between the volume of biological sample and incubation time, depending on the type of plate photometer (automatic /semi-automatic); 5) derivation of a general formula for calculation of biochemical marker under study on the basis of the Bouguer-Lambert-Beer law.

Keywords: biochemical methods, plate photometry, adaptation

Подавляющее большинство рутинных биохимических методов основано на использовании фотометров – приборов, измеряющих оптическую плотность анализируемого раствора при определенной длине волны светового излучения [1, 2]. Современные фотометры подразделяются по положению луча проходящего света относительно поверхности изучаемого раствора на горизонтальные (кюветные) и вертикальные (планшетные).

В классической горизонтальной фотометрии изучаемый раствор наливают в кювету прямоугольной или цилиндрической формы, а луч света от источника излучения проходит через кювету сбоку, параллельно поверхности жидкости (рис. 1, А). Длина оптического пути при этом определяется толщиной кюветы, которая, как правило, имеет боковые стенки шириной ровно 1 см. Для проведения измерений данным способом требуется достаточно большой объем изучаемого раствора: 2,5–3 мл при использовании обычных прямоугольных кювет и 1 мл при использовании микрокювет с дополнительными внутренними стенками. Кроме того, пробы можно помещать в аналитическую кювету только по очереди,

а между пробами кювету необходимо ополаскивать, что не дает полной гарантии удаления следов предыдущего раствора.

Метод вертикальной планшетной фотометрии был разработан в 1960-х гг. Как показано на рис. 1, Б, изучаемый раствор наливают в лунки планшета, а луч света проходит через раствор сверху, перпендикулярно поверхности жидкости. Если рассматривать планшет как соединенные в одну конструкцию микрокюветы, то у них окажется только одна грань на пути луча света – нижняя, а функцию верхней грани выполняет мениск жидкости. Соответственно, длина оптического пути будет зависеть от объема помещенного в ячейку раствора. Основным преимуществом планшетных фотометров является возможность экономно расходовать биоматериал и реагенты. Для самых распространенных 96-луночных планшетов объем ячейки рассчитан на использование всего 0,1–0,3 мл инкубационной среды – на порядок ниже, чем при горизонтальной фотометрии. Кроме того, оптическая плотность растворов в ячейках планшета считывается автоматически, в один прием, что значительно сокращает время анализа.

Как правило, адаптацией биохимических методов к условиям планшетной фотометрии занимаются фирмы, производящие планшетные фотометры или клинические биохимические тест-наборы. Целью данной статьи является разработка общего алгоритма, который позволит исследователям, работающим в области прикладной биохимии, самостоятельно адаптировать к условиям планшетной фотометрии любые спектрофотометрические биохимические методы, встречающиеся в научной литературе, делая при этом поправки на тип и разновидность имеющегося планшетного фотометра.

Типы планшетных фотометров

Современные планшетные фотометры имеют очень большой ценовой разброс, в зависимости от устройства основных блоков. К основным блокам, определяющим тип и стоимость планшетного фотометра, относятся:

1) блок выделения отдельных длин волн светового излучения (монохроматор в более дорогих моделях, система светофильтров – в более дешевых);

2) блок инжекции компонентов реакции (в более дорогих моделях компоненты реакции вносятся в ячейки планшета автоматическим пробоотборником и инкубируются внутри прибора, в более дешевых моделях заполнение планшетов реагентами производится вручную, а инкубация смеси – во внешнем термошейкере). Первый тип фотометра носит название «автоматического», а второй – «полуавтоматического».

Как будет показано ниже, эти две характеристики планшетного фотометра и определяют основные различия процедуры адаптации биохимических методов, но в любом случае эта процедура направлена на то, чтобы вывести конечную формулу пересчета величин оптической плотности в концентрацию изучаемого вещества, используя закон Бугера – Ламберта – Бера.

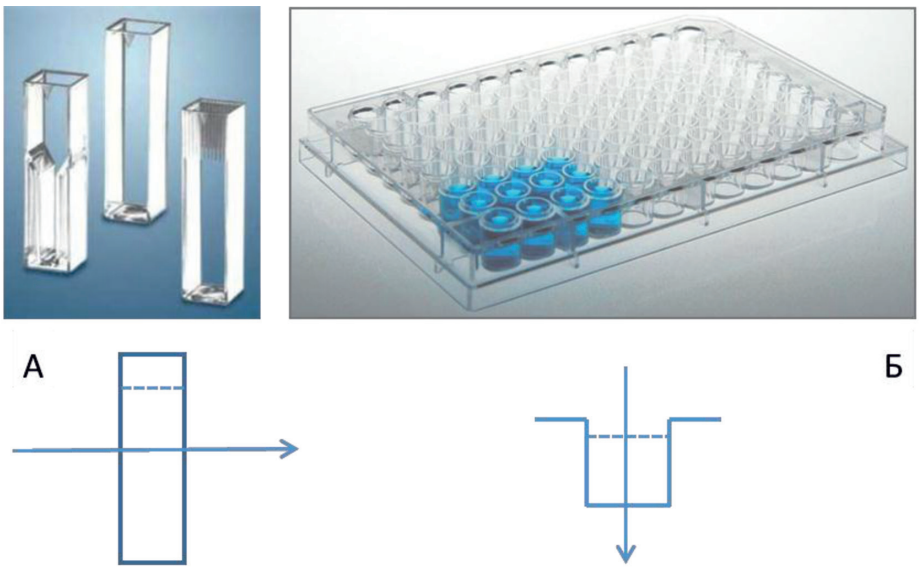


Рис. 1. Направление луча света от источника излучения в горизонтальной (А) и вертикальной (Б) фотометрии. Пунктиром показана поверхность жидкости

Согласно этому закону, оптическая плотность раствора в максимуме поглощения данного вещества (D) пропорциональна его молярной концентрации (C), длине оптического пути (L) и молярному коэффициенту экстинкции (E_m):

$$D = C*E_m*L.$$

Молярный коэффициент экстинкции показывает, какой оптической плотностью обладал бы раствор данного вещества с концентрацией 1 М (1 моль/литр) в кювете толщиной 1 см при данной длине волны падающего света. Для многих аналитически важных молекул – метаболитов или их комплексов с красителями – величины Em табулированы и содержатся в справочниках – например, в «Справочнике биохимика» Досона [3]. Кроме того, их можно найти в статьях химиков и биохимиков, а также – при наличии стандарта определяемого вещества – измерить самостоятельно.

Пошаговый алгоритм адаптации биохимических методов к условиям вертикальной планшетной фотометрии

Этап 1. В методических руководствах и статьях, как правило, приводится длина волны максимума поглощения продукта реакции и величина соответствующего молярного коэффициента экстинкции, которые достаточны для налаживания метода на спектрофотометрах с монохроматорами, дающими непрерывный спектр падающего света. Замена монохроматора в бюджетных моделях фотометров на систему светофильтров (как правило, 7–8 фильтров для видимой области спектра начиная с длины волны 340 нм, в некоторых моделях до 14 светофильтров) делает первым шагом адаптации данного метода к условиям планшетной фотометрии выбор подходящего светофильтра из набора имеющихся в приборе.

Для выбора светофильтра необходимо прежде всего найти по литературным данным непрерывные спектры поглощения аналита и остальных компонентов данной реакции. Удачными ключевыми словами для поиска в Google Scholar является химическое название аналита или другого компонента изучаемой реакции на английском языке в сочетании со словами «absorption», «spectrum» или «visible/UV».

Следует учесть, что выбор светофильтра не является формальной процедурой и требует анализа найденных спектров поглощения компонентов реакции. Например, спектр поглощения окрашенного хинонимина в методе определения содержания в сыворотке мочевой кислоты с максимумом при 520 нм (кривая 1 на рис. 2) имеет более пологую левую ветвь, из-за чего из двух рассматриваемых светофильтров с максимумами пропускания 492 и 540 нм следует выбрать не более близкий по длине волны (540 нм), а дающий меньшие потери экстинкции по сравнению с максимумом поглощения аналита (492 нм). Однако, как показано в работе [4], используемые в этом методе реагенты образуют цветной комплекс и с билирубином (кривая 2 на рис. 2), спектр которого имеет максимум при 430 нм, но интерферирует со спектром основного продукта вплоть до длины волны 525 нм. Учитывая тот факт, что потери экстинкции при использовании длины волны, не совпадающей с максимумом поглощения, представляют собой постоянную и точно учитываемую величину, а интерференция с мешающим определению билирубином будет меняться в зависимости от его концентрации в сыворотке, выбор в данном случае должен быть сделан в пользу светофильтра 540 нм.

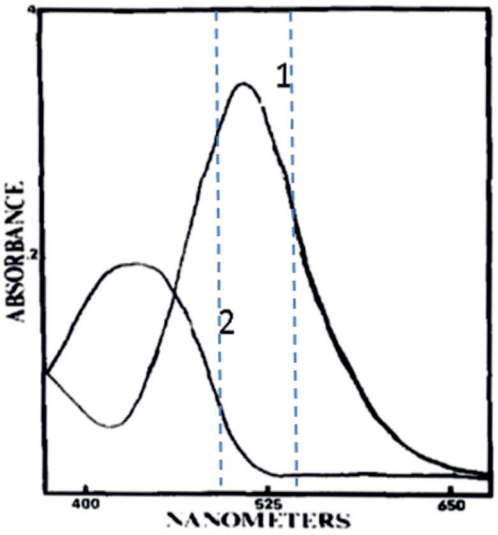


Рис. 2. Спектр поглощения продукта ферментативного определения мочевой кислоты – окрашенного хинонимина (кривая 1) и интерферирующий спектр поглощения примесей билирубина (кривая 2) [4]. Пунктирными линиями отмечено положение максимумов пропускания светофильтров 492 нм и 540 нм, входящих в базовую конфигурацию планшетного фотометра Multiskan MS

Редко, но встречаются спектрофотометрические методы, которые невозможно адаптировать к фотометрам с системой светофильтров – например, когда максимум поглощения аналита представляет собой очень узкий пик с полушириной порядка нескольких нанометров, как это имеет место в дифференциальном спектре погло-

щения восстановленной/окисленной форм цитохрома С с максимумом при 550 нм [5].

Этап 2. Длину оптического пути, которая в обычных горизонтальных спектрофотометрах всегда равна 1 см, при планшетной фотометрии необходимо рассчитывать исходя из геометрических размеров ячейки и внесенного в нее объема инкубационной смеси. На рис. 3 для примера показаны геометрические характеристики ячеек для стандартных 96-луночных планшетов с плоским дном фирмы Corning (модель 9017).

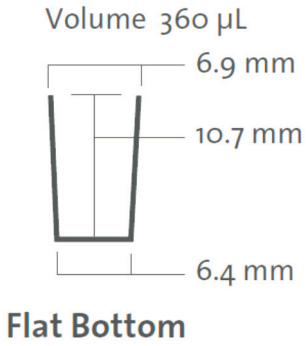


Рис. 3. Геометрические характеристики ячейки 96-луночного планшета с плоским дном Corning 9017 [6]

Как это видно из рис. 3, в планшетах Corning 9017 различия между диаметрами наружного края и дна ячейки составляют всего 0,5 мм, что позволяет рассматривать ее как цилиндр с усредненным диаметром 0,66 см [7] и вывести требуемое уравнение связи между объемом инкубационной смеси (V, мкл) и длиной оптического пути падающего света (h, см): $h = 0{,}0029V$. Если точных данных производителя найти не удается, геометрические размеры ячеек можно определить ориентировочно с помощью микрометра или штангенциркуля.

Этап 3. При выборе общего объема инкубационной смеси в ячейках планшета основными являются следующие соображения:

– чем меньше объем, тем существенней экономия реагентов и биоматериала, но тем короче длина оптического пути и соответственно медленней набираются необходимые для анализа изменения оптической плотности во времени; при очень низких объемах увеличивается вклад области, занимаемой мениском, в общую оптическую плотность содержимого ячейки, что может сказаться на разбросе в параллельных пробах;

– при объемах, близких к максимально возможному (360 мкл на рис. 3), увеличивается вероятность искажения мениска и разбрызгивания содержимого ячеек при инкубации на шейкере.

Исходя из этих соображений, для 96-луночных планшетов Corning 9017 (Рис. 3) оптимальным является объем инкубационной смеси 200 мкл и допустимыми – больше 100 и меньше 300 мкл.

Низкие начальные объемы инкубационной смеси выгодны в двух случаях:

– если метод основан на остановке реакции путем резкого изменения pH (исходный объем инкубационной смеси выбирают низким – например, 100 мкл – и добавляют в конце реакции 200 мкл кислоты или щелочи). При этом концентрация аналита в смеси снижается в 3 раза, но одновременно в те же 3 раза увеличивается длина оптического пути, купируя проигрыш от разведения;

– при высоких значениях оптической плотности слепых проб, если изучаемая реакция основана на дальнейшем увеличении оптической плотности (чтобы исключить возможные нарушения закона Бугера – Ламберта – Бера для проб с высокими значениями измеряемого показателя).

Этап 4. Выбор соотношения между добавляемым объемом биологического образца и временем инкубации для кинетических методов, основанных на измерении скорости реакции, зависит от типа используемого планшетного фотометра. К кинетическим методам относятся все методы определения активности ферментов и часть методов определения содержания метаболитов.

Автоматические фотометры сами вносят реагенты и образцы в ячейки планшета и сами измеряют в них оптическую плотность, используя для распределения во времени отдельных шагов подготовленную компьютерную программу. Как правило, для них выбирают небольшое общее время реакции – например, две-три минуты с последовательными измерениями оптической плотности в ячейке каждые 30 с, начиная с окончания небольшого лаг-периода порядка 30–60 с. Эти временные промежутки задаются оператором в программе, и далее автоматический фотометр определяет очередность отдельных шагов сам – одни пробы уже находятся в процессе измерения, в другие только еще добавляются нужные компоненты, а третьи ожидают своей очереди. Объем вносимого в каждую пробу биологического образца при этом нужно подбирать так, чтобы скорость реакции была достаточно высокой и обеспечила быстрое нарастание оптической плотности в течение нескольких минут.

В полуавтоматических фотометрах планшет заполняется вручную и, хотя на заключительном этапе обычно используют 8-канальные пипетки, к моменту заполнения последнего ряда реакция в предыдущих рядах ячеек уже в течение какого-то

времени идет – тем дольше, чем ближе ряд расположен к отправному А1-А8. В то же время по истечении времени инкубации показания оптической плотности считываются фотометром за 20–30 с, т.е. практически одновременно. Поэтому при всех прочих соображениях для полуавтоматического планшетного фотометра имеет смысл выбирать достаточно большое время реакции – 30 мин и более, чтобы нивелировать различия в очередности заполнения ячеек планшета. При этом появляется возможность решать проблемы с недостаточными объемами биопроб, увеличивая время реакции до нескольких часов.

Этап 5. Вывод общей формулы для расчета значений измеряемого показателя. Используя выходные данные, полученные на всех этапах процедуры адаптации, можно вывести формулу расчета значений показателя в зависимости от наблюдаемых изменений оптической плотности инкубационной смеси для данной прописи. Для методов оценки активности ферментов формула имеет следующий общий вид:

$$E(МЕ/л) = \Delta A/мин \times (V/E_{mkm}*L*v),$$

где E – активность фермента в международных единицах (мкмоль/мин) на литр биопробы, ΔA/мин – скорость изменения оптической плотности инкубационной смеси за 1 мин, V – общий объем инкубационной смеси в литрах, E_{mkm} – микромолярный коэффициент экстинкции аналита, L – длина оптического пути в см, v – добавляемый объем биопробы в литрах. Выражение, находящееся в скобках (V/Em*L*v), в коммерческих клинико-лабораторных прописях часто называют фактором (F) [8].

Заключение

Использование вертикальной планшетной фотометрии, по сравнению с классической горизонтальной, позволяет резко снизить расход биоматериала и реагентов при измерении различных биохимических показателей состояния организма людей и лабораторных животных. Эти преимущества особенно важны при оценке биохимических показателей в гигиенических исследованиях, которые отличаются большим количеством биопроб с широким набором определяемых в них показателей [9–11] и часто лимитируются объемом доступного биоматериала; наиболее проблемными в этом смысле являются санитарно-токсикологические эксперименты на животных, где кровь берется из подъязычной вены в количестве не более 0,5–1 мл [12, 13].

Алгоритм адаптации биохимических методов к условиям планшетной фотометрии, изложенный в данных рекомендациях, предусматривает использование широкого круга моделей планшетных фотометров различной ценовой категории, включая наиболее бюджетные модели полуавтоматических вертикальных фотометров с системой светофильтров, и описывает сходство и различия в процедуре адаптации в зависимости от используемого типа прибора.

Список литературы

1. Клиническая лабораторная диагностика. Национальное руководство в 2 т., Т. 1 / Под ред. В.В. Меньшиков, В.В. Долгов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. 928 с.

2. Кишкун А.А. Биохимические исследования в клинической практике. М.: МИА, 2014. 528 с.

3. Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. М.: Мир, 1991. 544 с.

4. Artiss J.D., Entwistle W.M. The application of a sensitive uricase-peroxidase coupled reaction to a centrifugal fast analyser for the determination of uric acid. Clinica et Chimica Acta. 1981. № 116 (3). P. 301–309.

5. Schweitzer-Stenner R. Cytochrome c: A multifunctional protein combining conformational rigidity with flexibility. New Journal of Science. 2014. Article ID 484538. DOI: 10.1155/2014/484538.

6. Corning and Falcon Microplate Selection Guide. N.Y.: Corning Incorporated, 2011. 48 p.

7. Calculating nucleic acid or protein concentration using the GloMax® Multi+ Microplate instrument. Promega – Technical Note. 6 p. URL: https://www.promega.com/application-notes (дата обращения: 17.09.2018).

8. Яковлева Г.Е. Ферменты в клинической биохимии. Новосибирск: Вектор-Бест, 2005. 44 с.

9. Землянова М.А., Пустовалова О.В., Мазунина Д.Л., Сбоев А.С. Биохимические маркерные показатели негативных эффектов у детей при воздействии хлорорганических соединений с питьевой водой // Гигиена и санитария. 2016. № 1. С. 97–101.

10. Железняк Е.В., Хрипач Л.В., Князева Т.Д., Коганова З.И., Зыкова И.Е., Гришин Д.А., Ревазова Т.Л. Использование ДФПГ-теста для оценки антиоксидантной активности сыворотки крови в натурном гигиеническом исследовании // Гигиена и санитария. 2017. № 10. С. 982–986.

11. Старкова К.Г., Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А., Отавина Е.А., Безрученко Н.В., Колегова А.А., Мазунина А.А., Гусельников М.А. Особенности изменения маркерных показателей иммунной регуляции у детей в условиях воздействия нитратов Гигиена и санитария. 2017. № 1. С. 44–47.

12. Хрипач Л.В., Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Князева Т.Д., Коганова З.И., Железняк Е.В., Савостикова О.Н., Алексеева А.В., Рыжова И.Н., Круглова Е.В., Ревазова Т.Л. Влияние углеродных нанотрубок и активированного угля на биохимические показатели состояния организма при хроническом введении препаратов крысам с питьевой водой // Гигиена и санитария. 2014. № 5. С. 36–43.

13. Рахманин Ю.А., Хрипач Л.В., Михайлова Р.И., Коганова З.И., Князева Т.Д., Железняк Е.В., Савостикова О.Н., Алексеева А.В., Воинова И.В., Круглова Е.В. Сравнительный анализ влияния нано- и ионной форм серебра на биохимические показатели лабораторных животных // Гигиена и санитария. 2014. № 1. С. 45–50.

УДК 595.727:591:575.2(04)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ САРАНЧОВЫХ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

[1]Абдыкапарова А.О., [2]Турмаханбет А.М.

[1]Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: aigyl-os@mail.ru;
[2]Средняя школа № 51, Тараз, e-mail: turmakhandet_a@mailnisedi.onmicrosoft.com

В статье рассматривается биоэкология двух саранчовых акридов – мароккской саранчи (*Dociostaurus maroccanus* (DMA)) и итальянского пруса (*Calliptamus italicus* (CIT)), которые являются наиболее опасными вредителями сельского хозяйства. Саранчовые составляют многочисленную группу среди прямокрылых. Среди них наиболее опасными вредителями являются только стадные формы, отличающиеся способностью быстро размножаться. В Кыргызской Республике наиболее часто происходит массовое нашествие саранчи преимущественно за счет этих двух видов. В целях проведения сравнительного анализа нами совместно с сотрудниками инспекции было проведено исследование экологии и распространение саранчовых, а также очаги заселения популяции саранчи в регионах. Исследование проводилось методом кошения энтомологическим сачком диаметром 40 см, методом наблюдения и ведения количественного учета. Особенно актуален вопрос по разработке систем прогнозов с учетом исходной численности, развития и размножения вредителя в динамике. Рост численности и вредоносность саранчовых в последние годы усилились из-за изменения климата. В результате, их географическое распространение расширилось, а некоторые виды повысили вольтинность. Они стали давать не одно, а два поколения за сезон. Совместное планирование представителей приграничных стран при массовой миграции саранчи из страны в страну дает хороший результат.

Ключевые слова: экосистема, популяция, саранчовые, стадные саранчовые, вредители сельского хозяйства, кубышка, личинка, имаго, химический метод борьбы, инсектицид

STUDY OF LOCUST POPULATIONS AT THE REGIONAL LEVEL

[1]Abdykaparova A.O., [2]Turmakhanbet A.M.

[1]Kyrgyz State University after I. Arabaev, Bishkek, e-mail: aigyl-os@mail.ru;
[2]High school № 51, Taraz, e-mail: turmakhandet_a@mailnisedi.onmicrosoft.com

In the article is considered the bioecology of two locust acridas – the Moroccan locust (Dociostaurus maroccanus (DMA)) and the Italian locust (Calliptamus italicus (CIT)) – as the most dangerous pests of agriculture. Locusts are most numerous among the Orthoptera. Among them, the most dangerous pests are gregarious forms, which propagate rapidly. In the Kyrgyz Republic, the most common locust invasion occurs mainly due to these two species. In order to conduct a comparative analysis us together with the inspection staff a study was conducted on the ecology and distribution of locusts, as well as local population centers of locust populations. The study was conducted mowing method entomological net with a diameter of 40 cm, by observation, and quantitative accounting. Particularly relevant is the question of developing a forecast system with accounting for the initial number, development and propagate of the pest. In recent years, the increase of strength and harmfulness of locusts has increased due to climate change. As a result, their geographic distribution has expanded, and some species have increased voltinity – they give not one, but two generations per season. While mass migration of locusts from country to country, joint planning and pooling of efforts gives a good result.

Keywords: ecosystem, population, locusts, gregarious locusts, pests of agriculture, egg capsule, larva, imago, chemical method of control, insecticide

Саранчовые известны еще с древнейших времен, занимают особое место среди многих видов насекомых и являются вредными для сельскохозяйственных культур, не потеряли своей значимости и в наше время. Постоянно они приносят большой ущерб сельскохозяйственным культурам во многих странах планеты.

Проблема борьбы с этими насекомыми является актуальной и значимой в связи с их активным размножением, вспышки которого регулярно происходят в разных уголках Земли. При этом важны вопросы, решение которых связано с разработкой прогнозов динамики размножения саранчовых, особенно значимы прогнозы с учетом исходной их численности.

В числе прямокрылых саранчовые составляют большую часть мира насекомых. Их отличие от других насекомых (кузнечиков, сверчков) заключается в наличии коротких усиков, не длиннее половины длины

Задние лапки ног у них трехчлениковые, количество усиков члеников может насчитывать около 28, церки нечленистые, выглядят как конические выступы. Самка всегда обладает яйцекладом. Органы звука у саранчи находятся на бедрах задних ног и надкрыльях.

На внутренней поверхности бедра находятся бугорки или головчатые шишечки, некоторые жилки надкрылья бывают толще других. Благодаря этим органам саранчовые издают стрекочущие звуки. Это стано-

вится возможным при касании бугорков по жилке [1].

Групповая кладка яиц у семейства саранчовых защищена, яйца находятся в кубышках – особых капсулах, состоящих из губкообразной массы. Яйца саранчовые откладывают на поверхности земли.

Саранчовые развиваются по неполному циклу: яйцо, личинка, имаго. Зимуют саранчовые в фазе яйца, весной из яиц появляются личинки, поздней весной или в начале лета личинки вырастают во взрослых насекомых. Затем, после появления у них крыльев, они спариваются, выкладывают яйца и затем умирают. При благоприятных условиях размножение саранчи может стать реальной угрозой для сельскохозяйственных культур.

В Кыргызстане распространено около 500 видов различных саранчовых, но самыми опасными и вредными для сельского хозяйства являются только стадные формы. Таких форм в республике встречается 4–5 видов [2].

Стадные виды саранчи отличаются способностью быстро размножаться. Так, например плодовитость одной самки может составить до 1000 яиц, когда она откладывает в каждую кубышку 40–100 яиц. Постепенно появившиеся из яиц личинки собираются вместе и составляют кулигу, которая обычно движется в одном направлении в стремлении найти корм.

В период многочисленного размножения огромные стаи насекомых вылетают из своих гнезд и истребляют посевы на огромной территории. Дальность перелетов саранчи может превышать 1000 километров. Массовые перелеты насекомых часто носят трансграничный характер и способствуют возникновению некой напряженности между странами-соседями. Каждый год динамика размножения саранчовых происходит по-разному. Они непредсказуемы, что затрудняет их контроль.

Целью нашего исследования является изучение экологии, а также проблем, связанных с распространением саранчовых в регионах. Наши наблюдения показали, что для решения данной проблемы необходимо организовать целенаправленные противосаранчовые мероприятия.

С начала XX века для борьбы с насекомыми саранчи чаще всего используется химический метод, при котором обычно на каком-то участке распыляют, разбрызгивают химические реагенты. Иногда в каких-то точках размещаются отравленные приманки. Благодаря высокой производительности и эффективности этого метода, именно он используется в настоящее время сегодня на сотнях тысяч гектаров, хотя при химическом методе борьбы обычно не учитываются экологические последствия.

Из-за изменения климата в последние годы происходит значительный рост количества саранчовых и значительно возрастает вред наносимый ими. Это привело к тому, что ареал их географического распространения значительно расширился, а некоторые виды повысили вольтинность и стали давать не одно, а два поколения за сезон.

Материалы и методы исследования

Предметом исследования являются два вида саранчовых акридов – мароккская саранча (*Dociostaurus maroccanus* (DMA)) и итальянский прус (*Calliptamus italicus* (CIT)), которые считаются наиболее опасными вредителями сельского хозяйства.

Исследование проводилось методом кошения энтомологическим сачком диаметром 40 см, методом наблюдения и ведения количественного учета.

Кошение сачком проводится резкими взмахами по траве по восьмиобразной траектории, располагая сачок так, чтобы капроновая ткань на обруче не давала насекомым возможности вылетать из него, после высыхания росы или капель дождя, двигаясь против солнца. Метод кошения позволяет установить состав саранчи по видам в исследуемом районе.

Своевременное изучение факторов распространения и экологических особенностей саранчовых становится все более актуальным, что объясняется оптимальными условиями для их обитания как стадных, так и нестадных видов, особенно в южной части Кыргызстана.

Следует отметить, что в последние годы увеличение нашествия саранчи зафиксировано во всех странах Центральной Азии, наибольшее количество которой наблюдалось в 2008 г. Преимущественно была распространена мароккская саранча. Так, например, в Кыргызстане по сравнению с 2005 г. ареал распространения саранчи в 2008 г. увеличился почти на 140% (в 2,4 раза), что составило 163185 гектаров посевов и 157000 гектаров уже обработанных химическим методом. Следует отметить, что нашей республике такая огромная площадь прежде не обрабатывалась [3].

Сегодня во всех странах Центральной Азии проводятся плановые противосаранчовые мероприятия, обследуются очаги заселения саранчи, определяется их разновидность.

Результаты исследования и их обсуждение

Насекомые саранчи давно являются объектом исследования ученых. В целях проведения сравнительного анализа авторами совместно с сотрудниками инспекции было проведено исследование экологии и распространение саранчовых в Кордайском районе, а также очаги заселения популяции саранчи.

Материалами для исследований являлась статистическая информация Республиканского методического центра фитосани-

тарной диагностики и прогнозов Комитета государственной инспекции в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Казахстана.

В Кыргызской Республике наиболее часто происходит массовое нашествие саранчи преимущественно двух видов – саранчи марокканской (*Dociostaurus maroccanus* (DMA)) и итальянского пруса (*Calliptamus italicus* (CIT)). В Джалал-Абадской, Баткенской и Ошской областях большие площади подвергаются нашествию в основном саранчи марокканской. В северной части страны, в частности, в Таласской, Чуйской областях, а также в Нарынской и Иссык-Кульской областях, чаще наблюдается прилет итальянского пруса.

Зачастую основные очаги этих видов саранчовых вредителей находятся вблизи с границами соседних государств и захватывают их территорию. Например, часто DMA распространяется вдоль границы Джалал-Абадской, Баткенской и Ошской областей Кыргызстана с Узбекистаном и Таджикистаном и наименее распространена в северной части Кыргызстана, на границе с Казахстаном. В северной части Кыргызстана, на границе с Казахстаном, чаще всего распространена саранча вида CIT, хотя и реже встречается в южных районах. Саранча – насекомое-мигрант – может преодолевать огромные расстояния, около 100 км в день, перемещаясь через границы в двух направлениях [3]. Это вызывает необходимость организовывать противосаранчовые работы вместе со странами-соседями и проводить совместные масштабные мероприятия по их уничтожению, регулярно обмениваться данными научных наблюдений между собой.

Во время обследования DMA на 1760 га в двух западных областях, 1080 га были обработаны химическим способом. При проведении обследования CIT на 13494 га в северо-западных и центральных областях были заселены саранчой 95% обследованной площади, при этом плотность заселения составляла 7–30 квадратных метров. При этом на 1900 га в Таласской области и на 11015 га в Нарынской области наблюдалась массовая яйцекладка. Смешанное распространение CIT и DMA было зафиксировано, как и в прежние годы, в Джалал-Абадской, Ошской и Баткенской областях. Только в Таласской области были химическим способом обработаны все районы, пораженные саранчой (1900 га). В Нарынской области было подвергнуто обработке с использованием пиретроидов и органофосфатов 14067 га зараженных площадей [4]. При этом в республике работало 10 единиц ультрамалообъемных опрыскивателей, обрабатывалось в день от 100 до 400 га.

В 2017 г. Департаментом химизации и защиты растений Министерства сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики, благодаря финансовой и технической поддержке Правительства Японии, Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) в рамках сотрудничества была приобретена 21 специализированная машина. Из них 7 машин для обследования и выявления очагов саранчи в 7 областях республики; 4 автомашины занимаются перевозкой пестицидов; 10 машин оборудованы опрыскивателями марки микронер для использования химической обработки полей. Располагались специализированные машины в гараже противосаранчовой экспедиции Департамента химизации и защиты растений в Чуйской области [5].

В Казахстане обитает 270 видов и подвидов саранчовых, из которых опасными являются 15–20 видов. Однако особо опасными, как отмечено в постановлении Правительства Казахстана, являются три вида саранчи: итальянский прус, мароккская и азиатская саранча [6]. Эти виды подлежат государственному контролю, во время которого обследуются очаги заселения саранчи, размеры популяции, определяется ее разновидность.

Обработку территории с целью уничтожения саранчи осуществляют областные территориальные инспекции Комитета государственной инспекции в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Как уже упоминалось выше, итальянский прус, мароккская саранча для Кыргызстана также являются опасными вредителями.

Ниже представлены данные по распространению особо опасных вредителей стадных саранчовых по аильным округам Кордайского района, а также на рисунках показана динамика численности популяции этих видов.

Итальянская саранча *Calliptamus italicus* (CIT) способная легко приспосабливаться к различным местам обитания и является экологически пластичным видом. Оптимальными местами ее обитания являются сухие луга, а также зоны перехода коротко-травных степей в полупустыни. Она обитает также на заброшенных пахотных землях, залежах, пустошах, на обочине дорог, в травах межей, в речных долинах.

Питаться они предпочитают разнотравьем, но во время вспышек массового распространения может повредить почти все растения, в частности и злаковые. Много-

летнее изучение динамики популяции итальянской саранчи показывает, что периодичность вспышек и подъемов проходит примерно через каждые 7–10 лет (рис. 1). Так, например, в Кордайском районе Казахстана повышение ее численности происходило в 1988–1991 и 1999–2001 гг.

Мароккская саранча – DMA повреждает зерновые, технические и овощные культуры, а также хлопчатник, софлор. На посевы этих культур происходит миграция из очагов размножения, которые находятся на прилегающих к ним целинных участках и пастбищах.

Тело этой саранчи стройное, размеры средние. Тело самца достигает 16,5–28,5 мм, а самки имеют размер 20,5–38 мм. У этого вида саранчи хорошо развиты почти прозрачные надкрылья, иногда покрытые мелкими коричневыми или серыми пятнами. Задние бедра, в зависимости от фазового периода, бывают с черными перевязями или без них. У маррокккской саранчи обычно красные, иногда желтые или розоватые, беловатые задние голени. На переднеспинке имеется узкий крестообразный рисунок желтоватого или беловатого цвета. Кубышка прямая или изогнутая, длина ее достигает 16–35 мм, а диаметр – 4,5–5,5 мм. Яйца откладывают в количестве от 18 до 42 штук [7, 8].

Марокканская саранча охватывает обширную зону Кордайского района, находится в более 10 аильных округах этого района. В целом вспышки мароккской саранчи происходят примерно через два года и длятся не больше двух–трех лет. Так, например, крупные вспышки были зафиксированы в 1983–1984 гг. и в 2008–2010 гг. (рис. 2).

В 1999 г. саранча погубила в Казахстане 220 тыс. га зерновых, что составило в денежном эквиваленте потери 15000000 долларов США. В 2000 г. произошли также большие потери от саранчи. Так, площадь, обработанная пестицидами в Казахстане, составила более 8 млн га, что почти в 9 раз выше среднемноголетних объемов обработки всех предыдущих лет и превысила объемы применения средств защиты растений даже в африканских странах, где саранча размножается по 4–5 поколений в год. Казахстан произвел огромные затраты на борьбу с саранчой. Так, в 1999 г. было использовано 4,8 млн, а в 2000 г. – 23 млн долл. США [6].

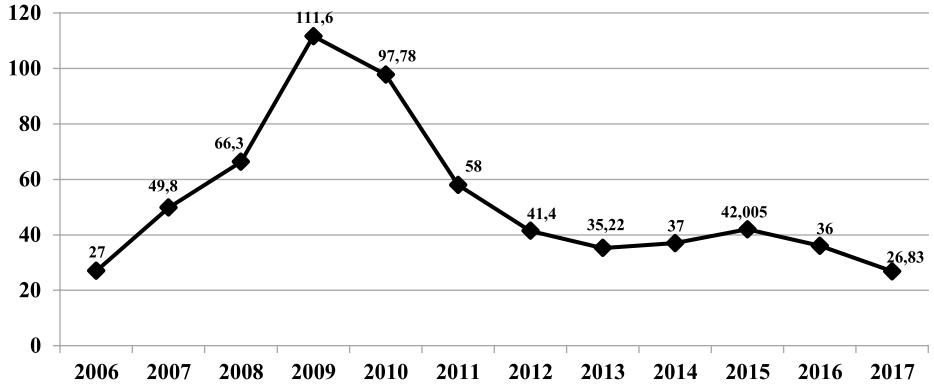


Рис. 1. Динамика численности популяции итальянского пруса по Жамбылской области (тыс. га)

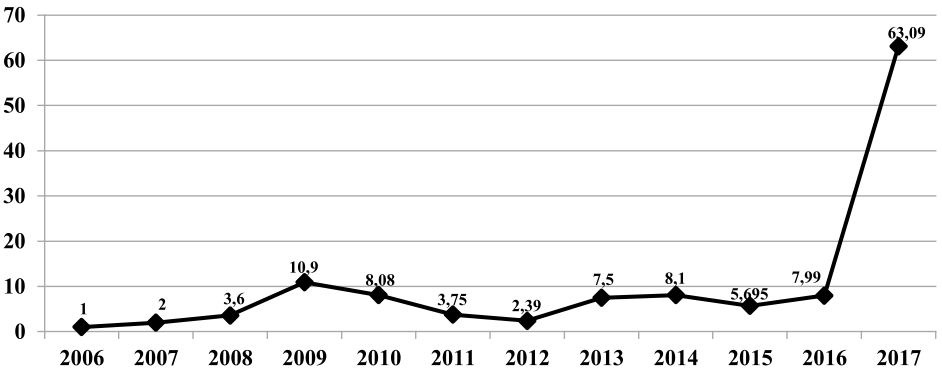


Рис. 2. Динамика численности популяции мароккской саранчи по Жамбылской области (тыс. га)

Только в одной Южно-Казахстанской области в 2017 г. химической обработке против вредителей саранчи подверглось 276 тыс. га земли, из них 59%, или 163, 5 тыс. га обработали агрегатами поверхностно, более 40% – авиацией и около 1% площади – пульверизатором.

Кроме химической обработки в 2017 г. сотрудники использовали также биологический метод борьбы при помощи других живых существ – бактерий, грибков, личинок насекомых. Для этого вначале с помощью дронов учеными был проведен мониторинг пастбищ региона с целью определения размеров заражения и направления движения насекомых. В результате такой работы определяется вид насекомых, который будет использоваться в борьбе с саранчой.

Заключение

Наше исследование показало, что при выборе средств борьбы с саранчой в периоды ее массового размножения необходимо максимально осторожно пользоваться химическими средствами для уменьшения вреда, наносимого степным экосистемам. Основная причина увеличения саранчовых как в регионе, так и республике заключается в засухе, которая пришлась на начало XXI века, а также в изменении агроландшафта за последние двадцать лет, в частности, за счет увеличения площади необрабатываемой земли, которая очень подходит для развития саранчи.

Исследование стадных саранчовых, совместное планирование представителей приграничных стран и объединение общих усилий при массовой миграции саранчи дает хороший результат и позволит в дальнейшем найти эффективные способы борьбы с опасными вредителями.

Список литературы

1. Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных. М.: Владос, 2002. С. 476.

2. Сверчки и саранчовые в степях Кыргызстана [Электронный ресурс]. URL: http://my.kg/animals/195-sverchki-i-saranchovye-v-stepyah-kyrgyzstana.html (дата обращения: 15.09.2018).

3. Программа сотрудничества ФАО (ПСС) для Кыргызской Республики на 2011–2015 годы, Министерство сельского хозяйства и мелиорации / ФАО, сентябрь 2011 года.

4. КЦА Саранчовый бюллетень № 52. URL: http://www.fao.org/ag/locusts-CCA/common/ecg/1080/en/CCA_Monthly_Bulletin_52_2017-08_Final_RUS.pdf (дата обращения: 20.09.2018).

5. Спецавтомашины департаменту химизации и защиты растений [Электронный ресурс]. URL: http://www.agroprod.kg/index.php?newsID=344 (дата обращения: 15.09.2018).

6. Камбулин В.Е. Динамика популяций стадных саранчовых в Казахстане [Электронный ресурс]. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-populyatsiy-stadnyh-saranchovyh-v-kazahstane (дата обращения: 14.09.2018).

7. С.И. Сулейменов, Р.Ш. Амергужин и др. Методические указания по учету и выявлению вредных и особо опасных вредных организмов сельскохозяйственных культур. Астана, 2009. С. 18URL: 19.

8. Чильдибаев М.К., Казенас В.Л. Прямокрылые Казахстана. Алматы: Нур-Принт, 2013. С. 22–36.

УДК 575.174.015.3:636.034

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ АЛЛЕЛЕЙ 337C/G ГЕНА FSHR КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА МЕТОДОМ ПЦР В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Ковальчук С.Н., Бабий А.В., Бурсаков С.А.

ФГБНУ «Центр экспериментальной эмбриологии и репродуктивных биотехнологий», Москва, e-mail: s.n.kovalchuk@mail.ru

Одним из ключевых этапов технологии ускоренного воспроизводства крупного рогатого скота является отбор коров-доноров, наиболее чувствительных к процедуре гормональной стимуляции овуляции. К настоящему времени одним из перспективных генетических маркеров репродуктивного статуса крупного рогатого скота является ген рецептора фолликулостимулирующего гормона (FSHR). Особое внимание привлекает однонуклеотидная замена 337C>G(rs43745234), ассоциированная с количеством оплодотворенных ооцитов и жизнеспособных эмбрионов. Целью настоящей работы являлась разработка метода дифференциации аллелей 337C/G гена FSHR крупного рогатого скота на основе ПЦР в реальном времени. В разработанном методе используются два праймера, общие для обоих аллельных вариантов гена FSHR, и два аллель-специфичных флуоресцентно-меченых зонда типа TaqMan. Идентификация аллелей 337C/G гена FSHR проводится по нарастанию флюоресценции по каналам FAM и VIC соответственно. Разработанными нами метод был валидирован ПЦР-ПДРФ анализом на 40 образцах ДНК коров черно-пестрого голштинизированного скота. Разработанный нами метод позволяет значительно сократить время проведения анализа (до 1,5 ч) по сравнению с ПЦР-ПДРФ анализом и может быть использован для быстрого генотипирования большого количества образцов ДНК крупного рогатого скота (до 480 в зависимости от модели амплификатора) по аллельным вариантам 337C/G гена FSHR с целью отбора животных, наиболее чувствительных к процедуре индукции суперовуляции.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, рецептор фолликулостимулирующего гормона, однонуклеотидный полиморфизм, генотипирование, ПЦР в реальном времени

DIFFERENTIATION OF 337C/G ALLELES OF THE BOVINE FSHR GENE BY REAL-TIME PCR

Kovalchuk S.N., Babiy A.V., Bursakov S.A.

Federal state budget scientific institution Center of experimental embryology and reproductive biotechnologies, Moscow, e-mail: s.n.kovalchuk@mail.ru

One of the crucial steps of the technology of accelerated reproduction of cattle is selection of donor cows, which are the most sensitive to the procedure of hormonal stimulation of ovulation. To date, one of the promising genetic markers of the reproductive status of cattle is the follicle-stimulating hormone receptor (FSHR) gene. Special attention is drawn to SNP 337C>G (rs43745234), associated with the number of fertilized oocytes and viable embryos. The aim of this work was to develop a method of differentiation of 337C/G alleles of bovine FSHR gene on the basis of real-time PCR. In the developed method two primers common for both alleles of FSHR gene and two allele-specific TaqMan probes were used. Identification of 337C/G alleles was performed on basis of increasing FAM and VIC fluorescence, respectively. The developed method was validated by PCR- RFLP analysis of 40 DNA samples from holsteinized Black-and-White cows. The developed real-time PCR method allows to significantly reduce the time of analysis (up to 1.5 hours) compared to PCR-RFLP analysis and can be used for rapid genotyping of allelic 337C/G variants of the FSHR gene for large number of bovine DNA samples (up to 480 DNA samples depending on the model of thermal cycler) in order to select animals that are the most sensitive to induction of superovulation.

Keywords: cattle, follicle stimulating hormone receptor, single nucleotide polymorphism, genotyping, real-time PCR

Одной из актуальных задач в области биотехнологии воспроизводства крупного рогатого скота является отбор коров-доноров, наиболее чувствительных к процедуре гормональной стимуляции овуляции и способных произвести в результате максимальное количество зрелых ооцитов [1]. С помощью методики стимуляции суперовуляции в мире ежегодно получают более 500000 эмбрионов крупного рогатого скота [2]. Несмотря на то, что в последние десятилетия в технологию трансплантации эмбрионов был внедрен ряд новых высокотехнологичных методов, эффективность процедуры стимуляции суперовуляции у коров-доноров существенно не увеличилась. Одним из основных лимитирующих факторов развития технологии является высокая вариабельность ответа со стороны организма коров-доноров на гормональную обработку. Физиологический эффект обработки коров-доноров гонадотропинами по-прежнему остается индивидуальным и непредсказуемым [3]. Вместе с тем исследования показали, что эффективность стимуляции овуляции тесно связана с аллельными вариантами гена FSHR, кодирующего рецептор фолликулостимулирующего гормона [4, 5]. Таким образом, ген FSHR является перспективным для исследования связи точечных мутаций и способностью коров-доноров к суперовуляции.

FSHR принадлежит к классу мембранных рецепторов, связанных с G-белками, чья активация запускает сигнальный путь циклического аденозинмонофосфата (цАМФ) [6]. В геноме *Bos taurus* ген FSHR локализован на хромосоме 11 и состоит из 10 экзонов. Первые 9 экзонов кодируют внеклеточный домен рецептора, экзон 10 кодирует трансмембранный домен [7]. В литературе накоплены данные о связи точечных мутаций в гене FSHR (SNP, single nucleotide polymorphism) с суперовуляторным ответом на стимуляцию гонадотропинами. В гене FSHR *B. taurus* SNP были выявлены в 5-´UTR и кодирующей частях методом SSCP (Single-Strand Conformation Polymorphism) и исследованы на предмет возможных ассоциаций с репродуктивным потенциалом у крупного рогатого скота голштинской породы [4, 8–10]. Особый интерес представляет несинонимичные замены в экзонах, поскольку такого рода изменения в первичной структуре гена влияют на последовательность и конформацию соответствующего белка. В данном контексте особое внимание привлекает однонуклеотидный полиморфизм 337C/G (rs43745234) в экзоне 4 гена FSHR, соответствующая аминокислотной замене P113A [4]. Было выявлено, что особи, гомозиготные по аллелю G (генотип G337G), характеризуются более высоким процентом жизнеспособных эмбрионов; животные с генотипами G337G и гетерозиготы (генотип G337C) имеют меньше неоплодотворенных ооцитов по сравнению с коровами, гомозиготными по аллелю C (генотип C337C) [4].

Цель исследования: разработка метода дифференциации аллелей 337C/G гена FSHR крупного рогатого скота на основе ПЦР в реальном времени.

Материалы и методы исследования

ДНК выделяли из образцов цельной крови 40 коров черно-пестрого голштинизированного скота с помощью набора реагентов «М-сорб» (Синтол, Россия) согласно рекомендациям производителя. Специфичные праймеры разрабатывались на основе последовательности гена FSHR *B. taurus* (Gene ID 281172) с учетом локализации однонуклеотидной замены 337C>G (rs43745234). Для конструирования праймеров и зондов использовались программы GeneRunner, Multiple primer analyzer (https://www.thermofisher.com/). Олигонуклеотиды и зонды были синтезированы ООО «ДНК-синтез» (Москва, Россия).

Реакцию проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 2,5 мкл 10х буфера для HS TaqDNA полимеразы (Евроген, Россия), 2,5 мкл смеси прямого праймера FSHR-F: 5'-GAATTGAAAAGGCCAACAACC-3' и обратного праймера FSHR-R: 5'-CACCAGAATACAG AAGTTCTTACAGA-3' с концентрацией 10 мкМ, 1 мкл зонда FSHR337C: 5'-FAM-CATCGACCCTGATGCC-BHQ1-3' (10 мкМ), 1 мкл зонда FSHR337G: 5'-VIC-CATCGACGCTGATGC-BHQ1-3', 1 мкл смесь дНТФ (5 мМ), 0,3 мкл HS TaqDNA полимеразы (Евроген, Россия), 10–30 нг ДНК. Программа для проведения ПЦР: 1-й цикл: 95 °C – 3 мин; далее 40 циклов при следующих условиях: 95 °C – 20 сек, 55 °C – 30 сек, 72 °C – 20 сек. Детекция флуоресценции проводилась на стадии отжига праймеров и зондов по каналам FAM и VIC. ПЦР и анализ результатов генотипирования проводили с использованием амплификатора LightCycler® с программным обеспечением версии SW1.1.

Валидацию разработанного метода проводили с помощью ПЦР-ПДРФ анализа. Реакционная смесь для ПЦР (общий объем 20 мкл) готовилась с использованием набора HS Taq DNA Polymerase dNTPmix (Евроген, Россия), праймеров 5'-GCTAAACTAAAACCCACCAG-3' и 5'-TGCTTTGTTTGTCTCTGATGA-3' (конечная концентрация 0,2 мкМ каждого) и 10 нг ДНК. Реакцию амплификации проводили при следующих условиях: 3 мин при 95 °C (1 цикл); 15 с при 95 °C, 15 с при 58 °C, 15 с при 72 °C (40 циклов). Рестрикционный анализ проводили в 20 мкл смеси, содержащей полученные ампликоны, 2 мкл буфера G (10х) и 0,5 мкл эндонуклеазы HgaI (СибЭнзим, Россия) в течение 16 часов при 37 °C. Результаты ПЦР-ПДРФ оценивали методом электрофореза в 1,2 % агарозном геле.

Результаты исследования и их обсуждение

На сегодняшний день для дифференциации аллельных вариантов генов наиболее широко используется метод ПЦР-ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов). Основными недостатками данного метода являются многостадийность анализа (амплификация полиморфного участка гена, рестрикция полученного ампликона специфической эндонуклеазой, электрофоретическое разделение образующихся фрагментов), его длительность (более 6–8 ч), вероятность недостоверных результатов в случае неоптимального соотношения количества ДНК, рестриктазы и времени рестрикции. Лимитирующим фактором для применения данного метода является отсутствие рестриктаз к необходимому полиморфному участку гена. Эффективной альтернативой ПЦР-ПДРФ анализу является метод ПЦР в реальном времени [11].

В данной работе был разработан метод дифференциации аллельных вариантов 337C/G гена FSHR методом ПЦР в реальном времени. В ПЦР используются два праймера, фланкирующие участок гена FSHR с полиморфным сайтом 337C/G, и два аллель-специфичных флуоресцентно-меченых зонда TaqMan. В ходе ПЦР происходит амплификация фрагмента гена FSHR крупного рогатого скота длиной 96 п.н. Дифференциация аллелей G337C гена FSHR основана на эффективности гибридизации аллель-специфичных флуоресцентно-меченых зондов FSHR337C: 5'-FAM-CATC-GACCCTGATGCC-BHQ1-3' и FSHR337G: 5'-VIC-CATCGACGCTGAT-G-BHQ1-3' на участок ампликона, содержащего поли-

морфную позицию 337C/G. Идентификация аллелей 337C и 337G проводится по наличию флуоресценции красителей FAM и VIC соответственно. Анализ результатов генотипирования проводили с использованием программного обеспечения для амплификатора LightCycler® 96 SW1.1, которое представляет результаты генотипирования в виде графика распределения аллелей (рис. 1, Г). Для гомозиготных образцов по аллелю C337 (C337C) происходит нарастание флуоресценции по каналу FAM (рис. 1, А). Для гомозиготных образцов по аллелю G337 (генотип G337G) детектируется сигнал по каналу VIC (рис. 1, Б). Для гетерозиготного образца (генотип G337C) наблюдается нарастание флуоресценции обоих красителей (рис. 1, В). Таким образом, результаты ПЦР в реальном времени с использованием аллель-специфичных зондов TaqMan позволяют определить присутствие каждого из исследуемых аллелей 337C/G гена FSHR в анализируемом образце ДНК и генотип животного.

Разработанный нами метод был апробирован на 40 образцах ДНК. Валидацию метода проводили с помощью ПЦР-ПДРФ анализа. Гомозиготный генотип по аллелю G (генотип G337G) характеризуется наличием на электрофореграмме одного фрагмента ДНК длиной 475 пар нуклеотида (п.н.). В электрофоретическом спектре образцов, гомозиготных по аллелю C (генотип C337C), определяются два рестрикционных фрагмента (195 и 280 п.н.). Для гетерозиготных образцов (генотип C337G) характерно наличие всех трех фрагментов ДНК (195, 280 и 475 п.н.) (рис. 2).

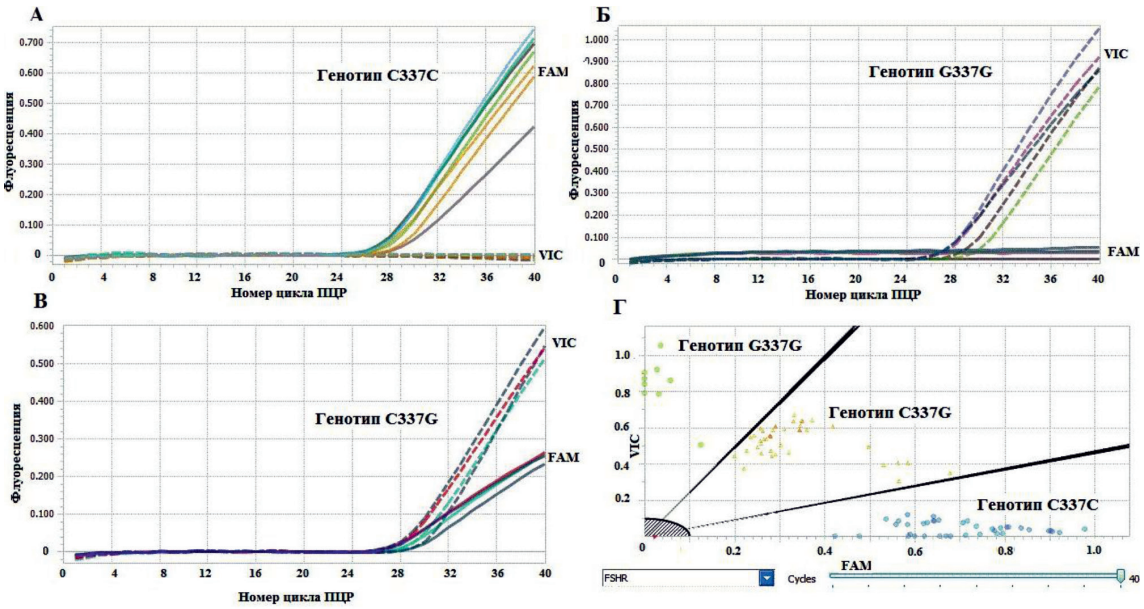


Рис. 1. А – кривые флуоресценции для гомозиготных образцов по аллелю C (генотип C337C). Б – кривые флуоресценции для гомозиготных образцов по аллелю G (генотип G337G). В – кривые флуоресценции для гетерозигот G337C. Г – график распределения аллелей 337C/G гена FSHR

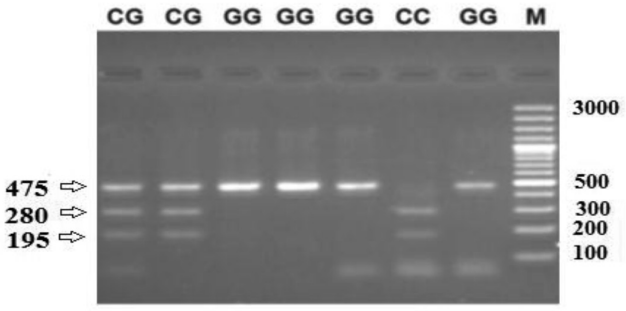


Рис. 2. Пример результатов генотипирования КРС по аллелям 337C/G гена FSHR методом ПЦР-ПДРФ

Результаты обоих методов совпали, однако разработанный нами метод на основе ПЦР в реальном времени с флуоресцентно-мечеными зондами TaqMan позволяет значительно сократить время получения результатов (до 1,5 ч) по сравнению с ПЦР-ПДРФ анализом и может быть использован для единовременного генотипирования большой выборки животных − до 480 в зависимости от модели амплификатора.

Выводы

Нами разработан эффективный метод дифференциации аллельных вариантов 337C/G гена FSHR крупного рогатого скота методом ПЦР в реальном времени с использованием аллель-специфичных зондов, который позволяет проводить крупномасштабное генотипирование популяций крупного рогатого скота с целью отбора коров, наиболее чувствительных к процедуре индукции суперовуляции.

Список литературы

1. Bo G.A., Mapletoft R.J. Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle.Theriogenology. 2014. vol. 81. no. 1. P. 38–48. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2013.09.020.

2. Rodriguez-Martinez H. Assisted reproductive techniques for cattle breeding in developing countries: a critical appraisal of their value and limitations. Reproduction in Domestic Animals. 2012. vol. 47. P. 21–26. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2011.01961.x.

3. Palubinskas G. et al. Superovulatory response in relation to the size and side of ovary location in high yielding dairy cows on the first day of treatment protocol. Veterinarski arhiv. 2016. vol. 86. no. 1. P. 65–76.

4. Cory A.T., Price C.A., Lefebvre R., Palin M.F. Identification of single nucleotide polymorphisms in the bovine follicle-stimulating hormone receptor and effects of genotypes on superovulatory response traits. Animal Genetics. 2013. vol. 44. no. 2. P. 197–201. DOI: 10.1111/j.1365-2052.2012.02380.x.

5. Fauser B., Diedrich K., Devroey P. Predictors of ovarian response: Progress towards individualized treatment in ovulation induction and ovarian stimulation. Human Reproduction Update. 2008. vol. 14. no. 1. P. 1–14. DOI: 10.1093/humupd/dmm034.

6. Katritch V., Cherezov V., Stevens R. Structure-function of the G protein–coupled receptor superfamily. Annual Review of Pharmacology and Toxicology. 2013. vol. 53. vo. 1. P. 531–556. DOI: 10.1146/annurev-pharmtox-032112-135923.

7. Minj A. et al. Molecular characterization of follicle stimulating hormone receptor (FSHR) gene in the Indian river buffalo (Bubalus bubalis). General and Comparative Endocrinology. 2008. vol. 158. no. 2. P. 147–153. DOI: 10.1016/J.YGCEN.2008.07.003.

8. Sharifiyazdi H., Mirzaei A., Ghanaatian Z. Characterization of polymorphism in the FSH receptor gene and its impact on some reproductive indices in dairy cows. Animal Reproduction Science. 2018. vol. 188. P. 45–50. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2017.11.006.

9. Yang W.C., Li S.J., Chen L., Yang L.G. FSHR genotype affects estrogen levels but not pregnancy rates in Luxi cattle subjected to embryo transfer. Genetics and Molecular Research. 2014. vol. 13. No. 1. P. 1563–1569. DOI: 10.4238/2014.March.12.8.

10. Milazzotto M.P. et al. New molecular variants of hypothalamus-pituitary-gonad axis genes and their association with early puberty phenotype in Bos taurus indicus (Nellore). Livestock Science. 2008. vol. 114. vo. 2–3. P. 274–279. DOI: 10.1016/j.livsci.2007.05.006.

11. Ковальчук С.Н., Архипова А.Л., Андрейченко И.Н., Косовский Г.Ю. Усовершенствованный способ генопитирования крупного рогатого скота по аллелям A и K DGAT1 на основе ПЦР в реальном времени. Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 4. С. 96−103.

УДК 630.181.28

РОСТ И ЗИМОСТОЙКОСТЬ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИОННОГО ПИТОМНИКА

Малышева С.К.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, e-mail: malyshsveta@rambler.ru

В статье представлены некоторые результаты интродукции восточноазиатских видов растений в питомнике Горнотаежной станции ДВО РАН. Приводится характеристика зимостойкости и темпов роста интродуцированных видов на ранних стадиях развития. Установлена необходимость защитных мероприятий в осенне-зимний период. Анализ трехлетних наблюдений показал, что зимостойкость молодых восточноазиатских растений варьирует в широких пределах от высокой до полной гибели саженцев. Для оценки роста и зимостойкости растений использовали методику Главного ботанического сада РАН (ГБС). Средняя высота трехлетних растений принимается за основной показатель темпов роста, а средний годичный прирост является дополнительной характеристикой для неустойчивых видов. При выращивании в интродукционных питомниках хорошие показатели роста имеют: *Kolkwitzia amabilis*, *Spiraea microgyna*, *Sambucus sieboldiana*; медленным ростом выделяются: *Acer trifidum*, *Acer palmatum*, *Cotoneaster moupinensis*. Восточноазиатские виды растений в условиях южного Приморья характеризуются средними темпами ростовых процессов на начальном этапе онтогенеза, благодаря чему происходит постепенная акклиматизация к новым условиям произрастания. Видовая специфичность определяет дифференцированность зимостойкости и скорости роста интродуцентов. Такое варьирование степени адаптации обусловлено как биологическими особенностями, так и микроклиматическими характеристиками места интродукции.

Ключевые слова: восточноазиатские виды, темпы роста, зимостойкость, интродукция растений, культивирование, дендрарий, Горнотаежная станция ДВО РАН

GROWTH AND WINTER HARDINESS OF EASTASIAN PLANTS IN THE CONDITIONS OF INTRODUCTION NURSERY

Malysheva S.K.

Federal Scientific Centre of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: malyshsveta@rambler.ru

In article some results of the introduction of eastasian species of plants in the nursery of Gornotayezhnaya Station FEB RAS are presented. The characteristic of growth rates and winter hardiness of introduced species at early stages of development is given. It is established that seedlings of eastasian plants winter well only in the presence of sufficient snow cover, so young plants need additional shelter. The growth rate of young plants was evaluated on a scale developed by the Department of dendrology of the Main Botanical garden of RAS (GBS). The average height of three-year-old plants is taken as the main indicator of growth rates, and the average annual growth serves as an additional characteristic for unstable species. Biological features of species and the difference in the growth rate are manifested in the first vegetation season. In the conditions of introduction nursery the best characteristics of growth processes have: Kolkwitzia amabilis, Spiraea microgyna, Sambucus sieboldiana; slow growth stand out: Acer trifidum, Acer palmatum, Cotoneaster moupinensis. Most of the studied eastasian species are characterized by an average growth rate at the initial stage of ontogenesis, which contributes to the gradual adaptation of plants to new growing conditions. In many introduction points of the moderate climate zone, eastasian species also have an average growth rate. Thus, it can be concluded that in the conditions of the South of Primorye, introduced eastasian species develop according to their biological features.

Keywords: plant introduction, eastasian species, winter hardiness, cultivation, arboretum, Gornotayezhnaya Station of the FEB RAS

Интродукция растений играет важную роль в сохранении биоразнообразия на нашей планете, в развитии сельского и лесного хозяйства, в создании комфортных условий для жизни людей в населенных пунктах и отдыха в рекреационных зонах, особенно в регионах, где природно-климатические условия неблагоприятные для культивирования растений. Восточноазиатская флористическая область очень богата и разнообразна, что дает возможность привлекать большое количество видов растений для интродукционного эксперимента. Многие ботанические сады и арборетумы имеют в составе древесных коллекций восточноазиатские виды растений [1–3].

Для расширения возможностей использования интродуцированных восточноазиатских видов растений нужно проводить комплексный анализ зимостойкости, ритмов роста и развития интродуцированных растений, оценивать их декоративные особенности, устойчивость к неблагоприятным природным факторам [4–6].

Климатические характеристики территории интродукционных питомников Горнотаежной станции ДВО РАН обусловлены влиянием муссонного климата. Диапазон

средних многолетних температур воздуха колеблется от 4,3 °С до 6,6 °С. Средняя многолетняя годовая температура воздуха составляет 4,9 °С. Самый холодный месяц январь (абсолютный минимум – 37,7 °С), самый теплый месяц июль (абсолютный максимум + 39,0 °С). Устойчивый снежный покров устанавливается в декабре-январе. Промерзание почвы, в зависимости от толщины снега, 60–180 см. Продолжительность вегетационного периода 190 дней. Активная вегетация (среднесуточная T > 10 °С) в среднем 160 дней. Атмосферных осадков в районе исследований в среднем за год выпадает около 710 мм.

Интродукционные исследования на Горнотаежной станции ДВО РАН проводятся с 1935 г. По итогам последней инвентаризации, проведенной в 2015 г., в дендрарии произрастает 130 видов растений из регионов Восточной Азии. Благодаря активному семенному обмену с зарубежными и российскими ботаническими садами и дендрариями, дендрологическая коллекция ежегодно пополняется [7].

Цель исследования: оценка темпов роста растений восточноазиатского происхождения при интродукционных испытаниях на юге Приморского края.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований являлись виды восточноазиатских растений, выращенные в открытом грунте из семян, полученных по обмену из различных ботанических садов: клен рыжежилковый *Acer rufinerve* Siebold et Zucc., клен трехраздельный *A. trifidum* Hook. et Arm., клен дланевидный *A. palmatum* Thunb., барбарис многоцветковый *Berberis polyantha* Hemsl., каркас китайский *Celtis sinensis* Bunge,тис головчатый Форчуна *Cephalotaxus fortune* Hook., вишня железистая *Cerasus glandulosa*(Thunb.) Loisel, багрянник японский *Cercidiphyllum japonica* Siebold et Zucc., кизильник растопыренный *C. divaricatus* Rehd., *кизильник ячеистый C. foveolata* Rehd. ex Wils., кизильник мупинский C. *moupinensis* Franchet, кизильник Варди *C. wardii* W.W. Smith, кизильник Цабеля *Cotoneaster zabeli* Schneid., эводия хубейская *Evodia hupehensis* Dode, гинкго двулопастный *Ginkgo biloba L.,* гледичия японская *Gleditsia japonica* Miquel, гамамелис японский *Hamamelis japonica* Siebold et Zucc., кельрейтерия метельчатая *Koelreuteria paniculata* Laxm., кольквиция приятная *Kolkwitzia amabilis* Graebn., жимолость Маака ф. ножкоплодная *Lonicera maackii f. podocarpa* Rehd., жимолость Фердинанда *L. ferdinandii* Franch., жимолость поникшая *L. demissa* Rehd*.,* жимолость Моррова *L. morrowii* A. Gray, жимолость пузырчатая *L. vesicaria* Kom*.,* магнолия кобус *Magnolia kobus* DC., магнолия Зибольда *M. sieboldii* K. Koch., бузина Зибольда *Sambucus sieboldiana* (Miq.) Graebn., софора Давида *Sophora davidii* Kom., спирея мелкопестичная *Spiraea microgyna* Nakai.

Защита в зимний период индексировалась по шкале: 1 – укрытие не нужно, 2 – укрытие не нужно, но при недостаточном уровне снега сеянцы могут повреждаться морозом, 3 – необходимо утепление почвы слоем листьев 15–20 см, 4 – необходимо полное укрытие растений и утепление поверхности почвы. Особенности роста и развития исследованных видов оценивали с помощью стандартных методик Главного ботанического сада РАН [8].

Результаты исследования и их обсуждение

При интродукционных исследованиях в зоне умеренного климата, где растения испытывают значительные холодовые стрессы, способность переносить низкие температуры воздуха и почвы становится определяющей.

Анализ наблюдений за сеянцами и саженцами показал, что зимостойкость молодых восточноазиатских растений варьирует в широких пределах от высокой до низкой, а также до полной гибели саженцев. Установлено, что у большинства исследованных видов повреждаются однолетние побеги частично или даже полностью. Слабая зимостойкость характерна для следующих видов: *Kolkwitzia amabilis, Hamamelis japonica, Cotoneaster wardii, Cotoneaster moupinensis*. Высокая зимостойкость в условиях юга Приморского края отмечена у *Acer trifidum, Cotoneaster divaricatus, Cotoneaster zabeli, Lonicera vesicaria, Sambucus sieboldiana, Spiraea microgyna*. Полностью погибли от воздействия низких температур: *Acer rufinerve*, *Cephalotaxus fortune*, *Evodia hupehensis*, *Koelreuteria paniculata*, *Sophora davidii*.

В течение трех лет выращивания восточноазиатских видов в условиях интродукционного питомника всем исследуемым видам потребовались защитные мероприятия различного уровня: от утепления почвы до полного укрытия растений (табл. 1).

Высокая побегообразовательная способность позволяет некоторым восточноазиатским видам (*Cercidiphyllum japonica, Cotoneaster foveolata*, *Lonicera demissai*, *Kolkwitzia amabilis*) быстро восстанавливаться после критических воздействий низких температур.

Степень дифференциации темпов роста интродуцированных восточноазиатских видов очень большая, особенно в первый год жизни. Побеги однолетних сеянцев достигали длины от 4 см (*Cotoneaster wardii*) до 65 см (*Lonicera morrowii*). Отмечено, что основная часть интродуцированных восточноазиатских видов имеет средний темп роста (31–90 см). *Cotoneaster wardii, Hamamelis japonica, Lonicera ferdinandii* отличаются медленным ростом основного побега. Высота однолетних побегов у этих видов растений колеблется от 4 до 7 см. Наиболее активный рост в однолетнем возрасте отмечен у следующих видов: *Celtis*

sinensis, Lonicera morrowii, *Spiraea microgyna* (40–65 см). Согласно методике определения скорости ростовых процессов, темп роста растений оценивается по высоте и приростам трехлетних саженцев. Измерения длины побегов трехлетних растений показали, что высокий темп характерен для *Cotoneaster foveolata*, *Gleditsia japonica*, *Lonicera demissa*, *Lonicera morrowii, Sambucus sieboldiana* – длина центрального побега составила 67–150 см (табл. 2). *Lonicera morrowii* и *Sambucus sieboldiana* в трехлетнем возрасте достигли размеров взрослого растения при культивировании в Приморском крае.

Также было выявлено, что сеянцы восточноазиатских растений, имеющих во взрослом возрасте жизненную форму дерева, в первый вегетативный сезон формируют только моноподиальный побег. Ветвление у этих видов начинается со второго или третьего года жизни. Большинство саженцев растений, имеющих кустарниковую жизненную форму, начинали ветвиться и куститься во втором вегетативном периоде. Только у *Lonicera morrowii* кущение и ветвление начались в однолетнем возрасте (табл. 3).

Для *Kolkwitzia amabilis* установлено, что с двухлетнего возраста развитие боковых осей идет из спящих почек в основании основного и боковых побегов. Такая морфологическая особенность повышает устойчивость растений кольквиции к неблагоприятным зимним условиям в молодом возрасте. До начала генеративного периода растения кольквиции активно накапливают вегетативную массу за счет усиленного роста побегов формирования и значительных приростов (до 80 см). У молодых растений кольквиции приятной отмечается такая морфологическая особенность, как простратизация побегов – ветвление и рост побегов в наиболее теплом приземном слое воздуха, что, видимо, обусловлено горным происхождением этого вида.

Таблица 1

Зимостойкость молодых растений и виды защитных мероприятий

Зимостойкость	Защитные мероприятия	Виды
I	2–3	*Acer trifidum*, *Cotoneaster divaricatus*, *Cotoneaster zabeli*, *Lonicera vesicaria*, *Sambucus sieboldiana*, *Spiraea microgyna*
II	2–3	*Cerasus glandulosa*, *Cercidiphyllum japonica*, *Cotoneaster foveolata*, *Cotoneaster moupinensis* ,*Ginkgo biloba*, *Gleditsia japonica*, *Lonicera maackii f. podocarpa*, *Lonicera demissa*, *Lonicera morrowii*
III	4	*Acer palmatum*, *Berberis polyantha*, *Celtis sinensis*, *Lonicera ferdinandii*, *Magnolia kobus*, *Magnolia sieboldii*
IV	4	*Kolkwitzia amabilis*, *Hamamelis japonica*, *Cotoneaster wardii*, *Cotoneaster moupinensis*
V	–	–
VI	4	*Acer rufinerve*, *Cephalotaxus fortune*, *Evodia hupehensis*, *Koelreuteria paniculata*, *Sophora davidii*

Таблица 2

Показатели скорости роста интродуцированных восточноазиатских видов растений

Виды	h трехлет. растений (см)	Темп роста
Lonicera morrowii, *Sambucus sieboldiana*	145,3 ± 1,5 – 150,4 ± 2,1	Быстрый
Cerasus glandulosa, Cercidiphyllum japonica, *Celtis sinensis*, *Cotoneaster zabeli*, *Cotoneaster foveolata*, *Gleditsia japonica*, *Kolkwitzia amabilis*, *Lonicera maackii f. podocarpa*, *Lonicera vesicaria*, *Magnolia kobus*, *Spiraea microgyna*	60,5 ± 0,3 – 85,6 ± 0,5	Средний
Acer trifidum, *Acer palmatum*, *Berberis polyantha*, *Cotoneaster divaricatus*, *Cotoneaster moupinensis*, *Ginkgo biloba*, *Lonicera demissa*, *Magnolia sieboldii*	37,3 ± 1,2 – 59 ± 0,4	
Cotoneaster wardii, *Hamamelis japonica*, *Lonicera ferdinandii*	23,6 ± 1,3 – 29 ± 0,3	Медленный
Acer rufinerve, *Cephalotaxus fortune*, *Evodia hupehensis*, *Koelreuteria paniculata*, *Sophora davidii*	–	Росли один год, затем вымерзли

Таблица 3

Развитие системы побегов у молодых растений

Вид	Ветвление	Кущение
Жизненная форма – дерево		
Acer trifidum	2-й год	–
A. palmatum	3-й год	–
Celtis sinensis	2-й год	–
Cercidiphyllum japonica	2-й год	–
Ginkgo biloba	3-й год	–
Gleditsia japonica	3-й год	–
Magnolia kobus	2-й год	–
M. sieboldii	2-й год	
Жизненная форма – кустарник		
Berberis polyantha	2-й год	2-й год
Cerasus glandulosa	2-й год	2-й год
Cotoneaster zabeli	2-й год	2-й год
C. divaricatus	2-й год	3-й год
C. foveolata	2-й год	2-й год
C. moupinensis	2-й год	2-й год
C. wardii	2-й год	3-й год
Hamamelis japonica	2-й год	–
Kolkwitzia amabilis	2-й год	2-й год
Lonicera maackii f. podocarpa	1-й год	2-й год
L. ferdinandii	2-й год	2-й год
L. demissa	1-й год	1-й год
L. morrowii	1-й год	2-й год
L. vesicaria	2-й год	2-й год
Sambucus sieboldiana	2-й год	2-й год
Spiraea microgyna	1-й год	2-й год

Выводы

Восточноазиатские виды растений в условиях южного Приморья характеризуются средними темпами ростовых процессов на начальном этапе онтогенеза, благодаря чему происходит постепенная акклиматизация к новым условиям произрастания. Видовая специфичность определяет дифференцированность зимостойкости и скорости роста интродуцентов. Такое варьирование степени адаптации обусловлено как биологическими особенностями, так и микроклиматическими характеристиками места интродукции, – и этот фактор должен рассматриваться как один из значимых при планировании посадок.

Список литературы

1. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. М.: Наука, 2005. 586 с.

2. Смирнова А.Н., Пунегов А.Н., Зайнулина К.С. Восточноазиатские виды Spiraea L. и Cotoneaster Medik. на европейском северо-востоке (республика Коми) // Известия Самарского научного центра РАН. Самара, 2017. Т. 19. № 2–3. С. 550–555.

3. Мартынов Л.Г. Результаты интродукции древесных растений восточноазиатской флоры в ботаническом саду института биологии Коми НЦ // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. Т. 18. № 2. С. 141–145.

4. Платонова Е.А., Лантратова А.С., Задоркина Е.А. Восточноазиатские элементы флоры в ботаническом саду Петрозаводского государственного университета // Hortus Botanicus. 2016. № 11 (11). С. 95–110.

5. Tokhtar V.K., Martynova N.A., Tokhtar L.A., Kornilov A.G. The resalts of introduction of East Asian origin flowering plants in the southwest of central Russian upland // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Science. 2016. Vol. 7. № 6. P. 3214–3221.

6. Hoffmann N., Leder B., Vor T. Growth analyses of East Asian tree species on a Noth Rhine – Westphalia site under climatic aspects // Forstarchiv. 2015. Vol. 86. № 5. P. 123–138.

7. Малышева С.К., Горохова С.В. Дендрарий Горнотаежной станции как объект сохранения биоразнообразия // Аграрный вестник Приморья. 2017. № 4(8). С. 54–57.

8. Семенное размножение интродуцированных древесных растений. М.: Наука, 1970. 320 с.

УДК 599.742.7:004

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ АМУРСКОГО ТИГРА И ПРОГНОЗНЫЕ РАСЧЕТЫ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ НА ПЕРИОД С 2015 ПО 2022 ГОД

Мурзин А.А.

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, e-mail: murzin@tigdvo.ru

На основе уравнения популяционной динамики Ферхюльста и с учетом особенностей экологии вида была построена модель динамики популяции амурского тигра *Panthera tigris altaica* (Temminck, 1844). Модель учитывает пространственное распределение популяции и ее половозрастную структуру. Территория исследования – это основная часть ареала амурского тигра в Приморском и Хабаровском краях России. В качестве исходной информации для расчетов были взяты результаты сплошного учета амурского тигра в 2015 г. Для расчетов экологической емкости угодий использовались результаты сплошных учетов тигра 2005 и 2015 гг. При расчетах использовалась рекуррентная формула модели с итерационным шагом в 1 год. Были проведены расчеты по модели на период с 2015 по 2022 г. по трем сценариям с разными оценками экологической емкости угодий и различным уровнем смертности по вине людей. На основе этих расчетов построены графики и карты распределения плотности популяции. Также была дана оценка недостаткам модели и возможностям для ее дальнейшего усовершенствования. Расчеты проводились в среде ArcGIS 10.3, непосредственно для реализации модели были написаны соответствующие скрипты на языке Python. Исследования проведены по заказу и при финансовой поддержке АНО-Центра «Амурский тигр».

Ключевые слова: амурский тигр, *Panthera tigris altaica*, распределение плотности популяции, модель, динамика популяции

CONSTRUCTING THE DYNAMICS MODEL OF THE AMUR TIGER POPULATION AND FORECAST ESTIMATES OF ITS CENSUS FOR THE PERIOD FROM 2015 TO 2022

Murzin A.A.

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: murzin@tigdvo.ru

By using Verhulst's equation of population dynamics and concerning the ecological features of the species, a model of the dynamics of the Amur tiger (*Panthera tigris altaica*, Temminck, 1844) population was constructed. The model considers a spatial distribution of the population and its gender and age structure. The study area is situated in the main portion of the Amur tiger habitats in Primorsky and Khabarovsk territories of Russia. The results of the complete population census of Amur tiger in 2015 were taken as initial information for the calculations. To calculate the ecological capacity of the lands, the results of the complete population censuses in 2005 and 2015 were used. The calculations used a recurrent formula of the model with an iterative step of 1 year. The model calculations were carried out for the period from 2015 to 2022 by three scenarios with different estimates of the ecological capacity of the habitats and different mortality rates due to the fault of people. Based on these calculations, graphs and maps of the population density distribution were compiled. An assessment of limitations of the model and possibilities for its further improvement was also done. The calculations were carried out in ArcGIS 10.3 environment; the corresponding scripts were written in Python language for compilation of the model directly. The studies were carried out by request and with the financial support of Amur Tiger Center (Autonomous Non-profit Organization).

Keywords: amur tiger, *Panthera tigris altaica*, Distribution of density of population, model, dynamic of population

Процесс моделирования динамики популяции зависит, как правило, от двух основных компонент: хороший блок экспериментальных данных и знания об экологии вида. В случае с моделированием динамики амурского тигра мы сталкиваемся с ситуацией, когда долгосрочный непрерывный ряд данных о численности популяции отсутствует. В статьях [1, 2] о динамике популяции амурского тигра мы часто видим такую таблицу (табл. 1).

Но по точности приведенных в ней данных есть целый ряд вопросов. Окончательно методика учета тигра была доработана и принята только к учету 2005 г. [3]. Только с учета 1996 г. производилась оцифровка картографического материала и создавалась база данных, что позволяет оценивать корректность данных и проводить их сравнение. Все эти цифры численности получены экспертным путем и по большинству из них уже невозможна какая-либо повторная верификация. Три последних учета имеют соответствующие базы данных и их сравнительный полноценный анализ возможен, но пока не проведен. Хотя и без него можно предварительно сказать, что каждый из этих учетов имел свои особенности, и они влияли на общий результат.

Данные в этой таблице (табл. 1), безусловно, хорошо фиксируют тенденцию, но имеют существенную и, что самое главное, разную ошибку. Это видно по варьированию интервала численности (от 2 в 1970 г. до 87 в 2005). Кроме того, учеты по всему ареалу проводятся с большой разницей по времени. За это время факторы, влияющие

на численность, сильно меняются как качественно, так и количественно. Из попыток построить модель на этих данных можно отметить работы [1, 4]. Видимо отсутствие достаточного объема объективных данных для построения модели привело к тому, что больше никто не пытался моделировать динамику популяции амурского тигра. Из попыток моделировать динамику других подвидов тигра можно отметить работы [5, 6].

Таблица 1

Результаты учетов амурского тигра с 1959 по 2015

Год	Приморский край	Хабаровский край	Общая численность
1959	55–56	35	90–100
1970	129–131	20	149–151
1979	172–197	34	206–231
1985	200–210	40	240–250
1996	351–405	64–71	415–476
2005	357–425	71–75	428–505
2015	380–415	100–125	480–540

Была сформулирована цель – построить модель на основе одного из уравнений популяционной динамики, используя знания об экологии вида, и рассчитать прогноз развития популяции на 7 лет по трем сценариям (с разным уровнем браконьерского пресса и разной оценкой емкости угодий).

Материалы и методы исследования

В работах различных авторах по исследованию динамик популяций используются разные модели (Мальтуса, Ферхюльста, Рикера, Бивертона – Холта, Морана и др. [7, 8], которые могут, с теми или иными поправками, быть использованы в качестве основных для построения модели для амурского тигра. После анализа особенностей разных моделей была выбрана модель Ферхюльста.

Идея Ферхюльста [9] состояла в наложении на экспоненциальный рост, выраженный формулой, некоторого фактора, характеризующего замедление и увеличивающегося с ростом популяции. Простейшее из возможных допущений состоит в том, что степень замедления роста для одного индивидуума пропорциональна размеру популяции, т.е. что результирующая скорость роста равна не r, а $r(1 - N/K)$, определяющую замедление роста. В этом случае *логистическое* дифференциальное уравнение принимает вид

$$\frac{dN}{dt} = rN - \frac{rN^2}{K} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right),$$

а его решение выражается формулой

$$N(t) = \frac{N_0 K e^{rt}}{K - N_0 + N_0 e^{rt}} = \frac{K}{1 + \left(\frac{K}{N_0} - 1\right)e^{-rt}}.$$

Учитывая, что для реальной модели некоторые параметры в этой формуле также могут зависеть от времени и эта зависимость не может быть выражена в аналитическом виде, то использование расчетов по рекуррентной формуле является более предпочтительным вариантом.

$$N_{t+1} = N_t\left[1 + r\left(1 - \frac{N_t}{K}\right)\right].$$

Здесь K – константа, обозначающая верхний предел увеличения численности популяции, называемая верхней асимптотой для S-образной кривой. Величину K также называют предельной допустимой нагрузкой на среду, или емкостью среды для данной популяции. Итерационный шаг для расчетов 1 год.

Поскольку мы располагаем пространственно-распределенной информацией о популяции, было бы странно не воспользоваться этим преимуществом, тем более что в основной массе работ по моделям [1, 5, 8] исследуется динамика популяций в каком-либо пространственном кластере, а пространственный аспект внутри этого кластера практически не учитывается. А его использование несет целый ряд дополнительных возможностей. Распределение популяции редко бывает однородным. Соответственно, учет неоднородности позволяет гораздо точнее смоделировать процесс. Норма воспроизводства тесно связана с наличием и распределением половозрелых самок, нормы смертности зависят от того, как распределены особи из разных возрастных групп, уровень браконьерства тоже зависит от территории, коэффициенты внутривидовой конкуренции зависят от плотности и максимальная емкость угодий очевидно неоднородно распределена. Учет половозрастной структуры популяции в модели был сделан в работе [6] для тигра в Непале, но использовать этот подход в ареале амурского тигра нет возможности из-за отсутствия необходимой информации.

В качестве основных данных использовались материалы учетов амурского тигра 2005 и 2015. На их основе и с помощью пакета ArcGIS 10.3 были сформированы пространственные слои: плотности распределения популяции амурского тигра, плотности распределения различных половозрастных групп (самцы, самки, тигрята), плотности распределения максимальной емкости угодий. Непосредственно для реализации модели были написаны соответствующие скрипты на языке Python. Территория исследований – это основная часть ареала амурского тигра сихотэ-алинская группировка в Приморском и Хабаровском краях России.

Все данные по экологии амурского тигра, использованные для расчетов параметров модели, взяты из следующих источников [10–12].

Результаты исследования и их обсуждение

Формально расчет по модели Ферхюльста с учетом пространственного распределения всех параметров выглядит так:

$$N(t+1) = \sum_{i=0}^{m} N(t)_i * \left\{1 + \sum_{i=0}^{m} r(t)_i * \left\{1 - \frac{\sum_{i=0}^{m} N(t)_i}{\sum_{i=0}^{m} K(t)_i}\right\}\right\},$$

где m – общее количество пространственных ячеек, на которые разбит ареал. В формуле используются параметры $r(t)$ и $K(t)$. В общем случае будем считать, что эти параметры не только пространственно распределены, но

являются функциями от времени, таким образом, мы имеем возможность закладывать изменчивость этих параметров вследствие изменений параметров среды или предполагаемых мер по управлению популяцией. Например, в параметре K предполагается учитывать планы по управлению популяцией (изменение ситуации с кормовой базой). Другие планы по управлению популяцией (такие, как борьба с браконьерством) предполагается учитывать при расчетах коэффициента смертности в популяции. Этот коэффициент прогнозируемой смертности будет варьировать в зависимости от уровня охраны той или иной территории и меняться от года к году, если будет выбран сценарий усиления охраны.

Общая формула для расчета отдельной ячейки грида выглядит так:

$$N(t+1)_i = N(t)_i * \left\{1 + r(t)_i * \left\{1 - \frac{N(t)_i}{K(t)_i}\right\}\right\}.$$

Теперь попробуем более тщательно разбираться с параметрами модели, коэффициентами прироста и показателями смертности.

Стартовая численность ($N(t_0)$). В качестве исходной была взята численность, полученная из плотности распределения популяции по итогам учета 2015 (550,6 особей).

Максимальная емкость угодий (K). В качестве данных при расчете этого параметра были использованы максимальные плотности тигров, зафиксированные в ходе учетов 2005 и 2015. С помощью операций алгебры гридов, взяв в качестве операндов плотность тигров учета 2005 и 2015 был построен грид максимальных плотностей.

Расчет коэффициента прироста R. Далее произведем расчет коэффициента исходя из распределения самок по территории. Репродуктивный возраст самок (3,5–14 лет), средняя продолжительность жизни в дикой природе 15 лет. Если считать взрослыми особи с 2 лет и распределение по возрастам равномерным, можно рассчитать количество репродуктивных самок из числа взрослых. Этот показатель равен 80,8%. Средний показатель тигрят в выводке 2,5 тигренка. Соответственно за год у самки репродуктивного возраста 1,25 тигренка (без учета смертности тигрят). С учетом процента репродуктивных самок для общего грида самок имеем коэффициент 1,01 = (1,25*0,808). В случае применения этого коэффициента к общему гриду популяции следует сделать поправку на долю самок в общей численности. Следовательно, распределение коэффициента прироста по территории будет зависеть от этого показателя (доля самок в популяции G_f/G_{all}) и формула для $r(t)$ будет иметь следующий вид:

$$r(t)_i = \left[\left(\frac{Nf(t)_i}{N(t)_i} * 1{,}01\right) - D(t)_i\right],$$

где $Nf(t)$ – распределение самок, $N(t)$ – общее распределение тигров, $D(t)$ – распределение смертности в популяции.

Смертность D. Смертность, которую необходимо учитывать в этой формуле, это естественная смертность и смертность по вине людей (это включает в себя браконьерство, отстрел конфликтных тигров и прочее, т.е. это тот урон популяции от людей, который мы в состоянии оценить).

Естественная смертность. Смертность среди взрослых особей можно рассчитать через средний возраст в дикой природе – 15 лет, время начала взрослой жизни 2 года, распределение по возрастам считаем равномерным, следовательно, показатель смертности (естественной) – 1/13 = 0,08. Рассчитаем этот показатель для тигрят. Если считать, что в выводке выживает только половина тигрят, а срок существования выводка 2 года, то можно вывести показатель их смертности за год. Если взять размер популяции за N, а искомый коэффициент за x, то формула для расчета коэффициента будет следующая:

$$(N - Nx) - (N - Nx)x = (N - Nk),$$

где k – коэффициент выживания выводка за два года (в нашем случае 0,5).

Преобразуя формулу, приходим к квадратичному уравнению

$$x^2 - 2x + k = 0.$$

Корни этого уравнения $x_{1,2} = \frac{2 \pm \sqrt{4 - 4k}}{2}$, соответственно $x_{1,2} = 1 \pm \sqrt{1 - 0{,}5}$. Получаем два корня $x_1 = 0{,}293$, $x_2 = 1{,}707$. Поскольку второй корень приводит к отрицательным значениям численности (что при наших условиях не может быть), то используем первое значения корня. Следовательно, показатель смертности тигрят в выводке за год равен 0,29. Таким образом, общий показатель естественной смертности с учетом пространственного распределения разных возрастных групп приобретает такой вид:

$$De(t)_i = \left(\frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0{,}29\right) + \left(\frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0{,}08\right),$$

где $Nc(t)$ – распределение тигрят, $N(t)$ – общее распределение тигров популяции, $Np(t) = N(t) - Nc(t)$ – распределение взрослых тигров популяции.

Смертность по вине людей. Предполагаем, что этот показатель также имеет пространственный аспект. Первое и очевидное предположение о том, что на охраняемых территориях это самый низкий показатель, хотя понятно, что не все ООПТ охраняются одинаково. Пространственное распределение при отсутствии других вводных данных примем как равномерное (но зависящее от плотности популяции) и также посчитаем, что на ООПТ этот фактор нулевой. Этот грид мы обозначим как $Dp(t)$. Если грид характеризует собой абсолютную величину смертности (что логично для исходной оценки этого параметра), то для подстановки в формулу надо использовать норму смертности, соответственно, такой грид надо нормировать на плотность популяции. Таким образом показатель смертности

$$D(t) = De(t) + Dp(t)/N(t),$$

$$D(t)_i = \left(\frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,29\right) + \left(\frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,08\right) + \frac{Dp(t)_i}{N(t)_i}.$$

И общий вид формулы расчета для модели становится таким:

$$N(t+1)_i = N(t)_i * \left\{1 + \left[\left(\frac{Nf(t)_i}{N(t)_i} * 1,01\right) - \left[\left(\frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,29\right) + \left(\frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,08\right) + \frac{Dp(t)_i}{N(t)_i}\right]\right] * \left\{1 - \frac{N(t)_i}{K(t)_i}\right\}\right\}.$$

Следует отметить, что коэффициент прироста (или убыли) еще зависит от отношения текущего числа особей к емкости угодий. Чем ближе текущее число особей к емкости угодий, тем ниже будет общий коэффициент прироста, и его значение будет асимптотически стремиться к нулю. И фактически это будет происходить за счет увеличения смертности в результате усиления внутривидовой конкуренции. Таким образом, смертность в популяции (помимо показателя естественной смертности и смертности по вине человека) еще учитывается и при помощи этого отношения. Также это отношение в основном обуславливает основную тенденцию развития популяции (рост или убыль). В основном, потому что есть исключения, где по тем или иным причинам норма смертности превышает норму рождаемости. Это либо места с высоким уровнем браконьерства, либо с малым количеством половозрелых самок. Как правило, это места с низкой плотностью и расположены на границах ареала.

Надо уточнить, что расчет прогнозного грида плотности тигров в разных частях ареала производится различным способом в зависимости от соблюдения некоторых условий. Если текущая численность тигров меньше емкости угодий и у нас идет рост популяции, то расчет идет по формуле

$$N(t+1)_i = N(t)_i * \left\{1 + \left[\left(\frac{Nf(t)_i}{N(t)_i} * 1,01\right) - \left[\left(\frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,29\right) + \left(\frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,08\right) + \frac{Dp(t)_i}{N(t)_i}\right]\right] * \left\{1 - \frac{N(t)_i}{K(t)_i}\right\}\right\}.$$

Если текущая численность тигров меньше емкости угодий и если норма роста имеет отрицательное значение (идет убыль) или если текущая численность тигров больше емкости угодий (идет убыль) и эта убыль превышает значение $(K(t)_i - N(t)_i)$, то расчет идет по формуле

$$N(t+1)_i = N(t)_i * \left\{1 + \left[\left(\frac{Nf(t)_i}{N(t)_i} * 1,01\right) - \left[\left(\frac{Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,29\right) + \left(\frac{N(t)_i - Nc(t)_i}{N(t)_i} * 0,08\right) + \frac{Dp(t)_i}{N(t)_i}\right]\right]\right\}.$$

Эта формула отличается от основной тем, что убран последний множитель для коэффициента прироста. Это сделано потому, что это отношение необходимо для регулирования роста при приближении текущей численности к показателю емкости угодий, а в случае убыли в этом нет необходимости.

Если текущая численность тигров больше емкости угодий и если убыль не превышает значение $(K(t)i - N(t)i)$ или норма роста имеет положительное значение (т.е. рост), то расчет идет по формуле

$$N(t+1)_i = K(t)_i.$$

В этом случае модель предполагает, что если на какой-либо территории упало значение емкости угодий (даже при сильном падении этого показателя), то год – это достаточный срок для адекватного (до уровня емкости) падения численности популяции. Это рост не может быть резким, а падение может быть сколь угодно сильное.

В настоящий момент модель строится на ряде постулатов, которые, с одной стороны, не сильно искажают реальную картину и, с другой стороны, логика их введения обусловлена недостатком информации. Считается что половозрастная структура популяции неизменна во временном промежутке прогноза. Следовательно, увеличение или уменьшение популяции приводит к пропорциональным изменениям соответствующих возрастных групп. Также это приводит к тому, что пространственное распределение по возрастным группам (зафиксированное в ходе учета 2015) будет в целом сохраняться во временном промежутке прогноза. Очевидно, что половозрастная структура популяции имеет свою динамику, как в качественном, так и в пространственном аспекте, но у нас нет таких параметров, которые для отражения этого процесса мы могли бы заложить в модель. Таким образом, получается, что исходное для модели распределение половозрастных групп в популяции определяет воспроизводственные возможности популяции на все годы прогноза. Пространственные изменения половозрастной структуры слабо изучены на сегодняшний момент (особенно в контексте достоверных статистических показателей, что важно для моделирования этого процесса). Следовательно, уточнение работы модели может быть связано с разработкой отдельно механизма прогноза по изменению половозрастной структуры популяции во времени и в пространстве. С другой стороны, ясно, что в целом для стабильной популяции половозрастная структура должна быть достаточно устойчивой и ее колебания не должны быть слишком значительными. Ее колебания могут быть вызваны либо стохастическими факторами (которые вряд будут сильными), либо форс-мажорными, которые невозможно заложить в модель. Это еще один постулат для модели, что развитие популяции будет происходить без возникновения форс-мажорных ситуаций. Еще одно правило, что модель строится в пределах существующего ареала и не предусматривает его расширения (хотя сокращение возможно). Это правило также может быть изменено при дальнейшей работе над моделью.

Распределение смертности. Смертность от человеческого фактора оценим в 15, 30, 45 особей в год для различных сценариев. Расчет смертности проводится для каждого года отдельно по такому алгоритму. Для расчета $Dp(t+1)$ мы берем грид распределения плотности тигра $N(t)$, обнуляем значения плотности в этом гриде на территории ООПТ, затем суммируем все ячейки грида и получаем итоговый параметр. Затем делим смертность согласно сценарию на итоговый параметр и получаем нормировочный множитель. Затем наш грид плотности умножается на нормировочный множитель, и как результат получаем грид смертности $Dp(t+1)$.

Для расчета на каждый год прогноза нам необходимо учитывать и половозрастную структуру популяции ежегодно. Это делается таким образом. Мы фиксируем пространственное распределение различных возрастных групп, полученное в ходе учета 2015 ($Nf(t)$, $Nc(t)$, $Np(t) = N(t) - Nc(t)$). Затем рассчитываем пространственные распределения долей разных возрастных групп относительно общего размера популяции ($Nf(t)/N(t)$, $Nc(t)/N(t)$, $(N(t) - Nc(t))/N(t)$). После общего расчета прогноза на следующий год идет расчет и для каждой возрастной группы на этот год. ($Nf(t+1) = N(t+1)*Nf(t)/N(t)$), $Nc(t+1) = N(t+1)*Nc(t)/N(t)$, $Np(t+1) = N(t+1)*(N(t) - Nc(t))/N(t)$).

Емкость угодий. В качестве базы для расчетов различных сценариев мы берем в качестве распределение максимальных плотностей тигров (по результатам учетов 2005 и 2015). Три сценария предполагают использование 100%, 95%, 90% от максимальных показателей численности. Надо отметить, что слой максимальных показателей численности по результатам учетов 2005 и 2015 дает лишь относительные показатели для максимума. Существует лишь некоторая вероятность того, что на той или иной территории был зафиксирован максимум плотности в 2005 и 2015. Поэтому эта оценка в качестве базовой для определения емкости угодий не является слишком оптимистичной. Эта оценка хороша тем, что она получена несложным путем, не является чрезмерной и наконец основана на реальных данных по плотностям в ходе учетных работ. Наверняка максимумы для некоторых частей ареала будут выше, а текущие значения емкости угодий отдельных территорий могут быть и ниже, но для их расчетов нужны другие механизмы. Это одно из направлений которое необходимо вести для дальнейшей работы над моделью.

Сценарии. Выбираем для расчета три варианта сценариев (они будут отличаться разным уровнем смертности и оценкой величины емкости угодий).

1. Смертность от человеческого фактора 45 особей, емкость угодий – 90 % от максимума.

2. Смертность от человеческого фактора 30 особей, емкость угодий – 95 % от максимума.

3. Смертность от человеческого фактора 15 особей, емкость угодий – максимум.

Расчеты по модели. В табл. 2 приведены расчеты по модели динамики популяции амурского тигра с 2015 по 2022.

На рис. 1 представлен соответствующий график, а на рис. 2 представлен картографический материал по плотностям амурского тигра на исходный период (2015) и конечный год прогноза (2022) по трем сценариям.

Заключение

Все три сценария показывают рост популяции, но надо понимать, что все они рассчитаны на то, что в пределах ареала, в местах высокой плотности (по материалам учета 2015) не будет происходить резкого ухудшения благоприятных для тигра условий, а в местах с низкой плотностью, но с потенциально высоким уровнем емкости угодий будет происходить умеренный рост.

При расчете прогнозов для каждого года формируются соответствующие гриды, и затем на базе этих гридов можно рассчитать прогнозную численность тигров по любым кластерам. На данный момент были рассчитаны прогнозные численности по административным районам, а также по охотпользователям и ООПТ.

Для демонстрации расчетов по модели сделана отдельная база данных, которая содержит разные варианты расчетов с сопутствующей информацией.

Работа по созданию модели динамики амурского тигра выявила некоторые пробелы в данных, которые необходимы для более точной работы данной модели. Один из ключевых параметров <емкость угодий> нуждается в серьезном уточнении. Необходимо попробовать несколько подходов в оценке этого параметра и оценить, насколько точно сейчас мы можем определить состояние кормовой базы амурского тигра. Это один из ключевых факторов при оценке емкости угодий.

Еще одно потенциальное направление по улучшению модели – это введение механизма внутрипопуляционной миграции тигров. В настоящий момент очень мало данных по численным оценкам этого явления и не разработана сама модель такого механизма.

Таблица 2

Расчеты по модели динамики популяции амурского тигра с разными сценариями

	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
2015	550,6	550,6	550,6
2016	567	575,4	584
2017	585,2	601,9	618,9
2018	600,6	624,9	649,4
2019	610,5	641,4	672,1
2020	615,7	651,5	687,5
2021	617,1	657,5	697,7
2022	616,3	660,7	704,6

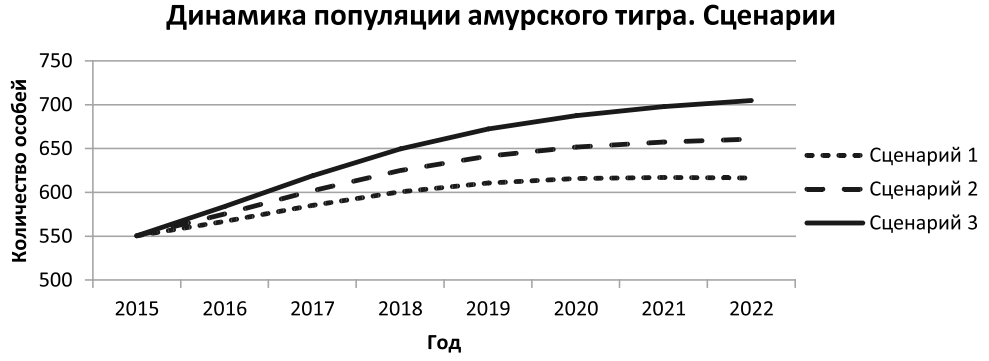


Рис. 1. График динамики популяции амурского тигра

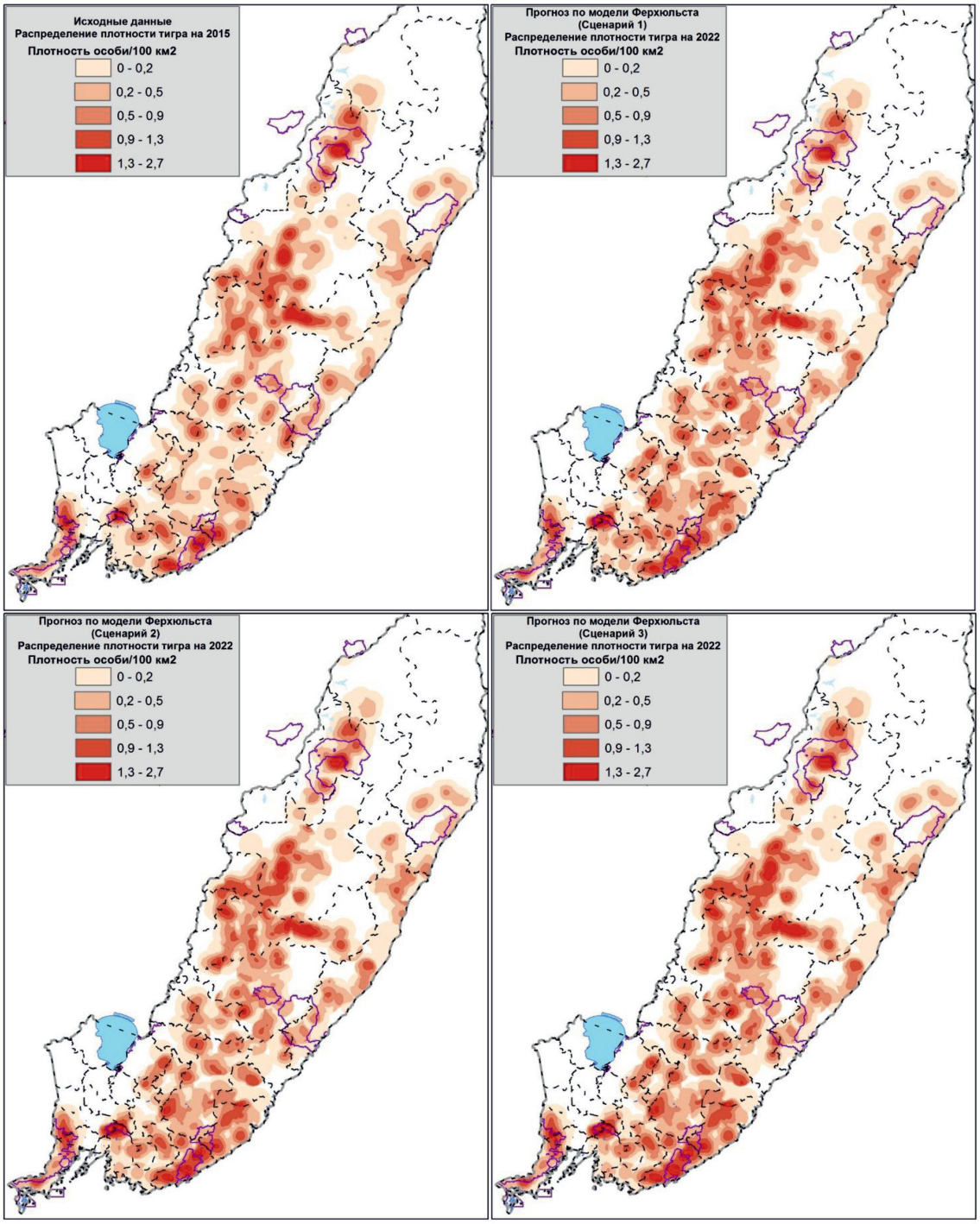


Рис. 2. Плотность тигров в ареале в 2015 и в 2022 по трем сценариям

И еще одно уточнение модели связано с динамикой пространственного распределения половозрастной структуры популяции. Было бы интересно реализовать в модели такой механизм и оценить его численные параметры, а также влияние на окончательные расчеты в целом.

Исследования проведены по заказу и при финансовой поддержке АНО-Центра «Амурский тигр».

Список литературы

1. Тарасова Е.В. Моделирование динамики популяции амурского тигра с помощью матрицы Лесли // Вестник развития науки и образования. 2012. № 1. С. 19-24.

2. Пикунов Д.Г. Ареал и численность амурского тигра на Дальнем Востоке России // Успехи наук о жизни. 2014. Вып. 9. С. 141–149.

3. Микелл Д.Дж. Пикунов Д.Г., Дунишенко Ю.М., Арамилев В.В., Николаев И.Г., Абрамов В.К., Смирнов Е.Н., Салькина Г.П., Мурзин А.А., Матюшкин Е.Н. Теоретические основы учета амурского тигра и его кормовых ресурсов на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука, 2006. 183 с.

4. Тарасова Е.В. Моделирование динамики популяции амурского тигра с помощью двухматричной модели Лесли // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 2. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24313 (дата обращения: 03.12.2018).

5. Kenney J., Allendorf F.W., McDougal C., Smith J.L.D. How much gene flow is needed to avoid inbreeding depression in wild tiger populations? The Royal Society. Proc. R. Soc.B: Biological Sciences. 2014. V. 281. issue 1789. DOI: 10.1098/rspb.2013.3337.

6. Carter N., Levin S., Barlow A., Grimm V., Modeling tiger population and territory dynamics using an agent-based approach, Ecological Modelling. 2015. V. 312. P. 347–362.

7. Недорезов Л.В., Утюпин Ю.В. Непрерывно-дискретные модели динамики численности популяций = Continuous-discrete models of population dynamics: аналит. обзор / Учреждение Рос. акад. наук Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния РАН. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2011. 234 с.

8. Петросян В.Г., Дергунова Н.Н., Бессонов С.А., Омельченко А.В. Анализ динамики численности и пространственного распределения важнейших ресурсных видов диких копытных (лося, косули, кабана) России на основе данных многолетнего мониторинга // Успехи современной биологии. 2012. Т. 132. № 5. С. 463–476.

9. Verhulst P.F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement // Corr. Math. Et Phys, 1838. V. 10. P. 113–121.

10. Рожнов В.В., Арамилева Т.С., Гапонов В.В., Дарман Ю.А., Журавлев Ю.Н., Костыря А.В., Кревер В.Г., Лукаревский В.С., Найденко С.В., Пикунов Д.Г., Середкин И.В., Эрнандес-Бланко Х.А., Юдин В.Г.. «Стратегия сохранения амурского тигра в Российской Федерации» утвержденная распоряжением Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 02.07.2010 № 25-р.: Линия-Принт, 2010. 49 с.

11. Гудрич Д.М., Микелл Д.Г., Смирнов Е.Н., Керли Л.Л., Серёдкин И.В., Хорнокер М.Г., Куигли Х.Б. Размер индивидуального участка, характеристики пространственного распределения и расчетная плотность популяции амурского тигра // Амурский тигр в Северо-Восточной Азии: проблемы сохранения в XXI веке: материалы Международной научно-практической конференции / Отв. ред.: Ю.Н. Журавлев. Владивосток, 2010. С. 49–60.

12. Miquelle D.G., Smirnov E.N., Zaumyslova O.Y., Soutyrina S.V. and Johnson D.H.. Population dynamics of Amur tigers (Panthera tigris altaica) in Sikhote-Alin Biosphere Zapovednik: 1966–2012. Integrative Zoology, 2015; 10: p. 315–328

УДК 57.043:664.22

ТОРМОЖЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

Цыгвинцев П.Н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», Обнинск, e-mail: rirae70@gmail.com

Проведена экспериментальная оценка изменения физиологических процессов в клубнях картофеля после радиационного облучения при хранении в различных условиях. Облучение проводилось на ускорителе электронов ИЛУ-6 в режиме тормозного гамма-излучения в дозах 120, 240 и 360 Гр и на гамма-установке ГУР-120 с источником ^{60}Co в дозах 5, 10, 50, 100 и 150 Гр. Облучение клубней картофеля проводили в двукратной повторности. Контрольные и облученные образцы клубней хранились при комнатной температуре 18–22 °С и относительной влажности 30–50 %, в хранилище при температуре 10–12 °С и относительной влажности 85–95 % и в холодильнике при температуре 4–6 °С и относительной влажности 60–80 % в течение свыше 5 месяцев. Установлено, что облучение в дозах свыше 100 Гр снижает потери веса клубней вследствие процессов дыхания и транспирации в процессе хранении в 1,5–2,0 раза по сравнению с необлученным картофелем. Так, в условиях хранения при высокой влажности (85–95 %) и низкой температуре (10–12 °С) потери веса после 4 месяцев хранения составили в контроле 9,2 %, в группах, облученных в дозе свыше 100 Гр – 4,9 %. При хранении в комнатных условиях (влажность 40–60 % и температура 20–24 °С) после 5 месяцев потери веса клубней в контроле составили 29,6 %, в группах, облученных в дозе свыше 100 Гр – 18,6 %, при данных условиях хранения основная потеря веса клубней обусловлена процессами транспирации.

Ключевые слова: картофель, гамма-облучение, торможение физиологических процессов

INHIBITION OF PHYSOLOGICAL PROCESSES IN POTATO CLUBS AFTER IRRADIATION

Tsygvintcev P.N.

Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, e-mail: rirae70@gmail.com

An experimental assessment of changes in physiological processes in potato tubers after radiation exposure during storage under various conditions has been carried out. Irradiation was carried out at the electron accelerator ILU-6 in the mode of bremsstrahlung gamma radiation at doses of 120, 240 and 360 Gy and at the gamma facility GUR-120 with a source of ^{60}Co in doses of 5, 10, 50, 100 and 150 Gy. Irradiation of potato tubers was performed in duplicate. Control and irradiated samples of tubers were stored at room temperature of 18-22 °C and relative humidity of 30-50 %, in storage at a temperature of 10-12 °C and relative humidity of 85-95 % and in a refrigerator at a temperature of 4-6 °C and relative humidity of 60-80 % for over 5 months. It has been established that irradiation at doses over 100 Gy reduces the weight loss of tubers as a result of inhibition of the processes of respiration and transpiration during storage by 1.5-2.0 times as compared with unirradiated potatoes. Thus, under storage conditions at high humidity (85–95 %) and low temperature (10–12 °C), weight loss after 4 months of storage was 9.2 % in the controls, and in groups irradiated at a dose of over 100 Gy – 4, 9 %. When stored in room conditions (humidity 40–60 % and temperature 20–24 °C) after 5 months, the weight loss of tubers in the control was 29.6 %, in the groups irradiated at a dose of over 100 Gy – 18.6 %, with storage conditions the main weight loss of tubers is due to transpiration processes.

Keywords: potato, gamma irradiation, inhibition of physiological processes

Увеличение производства агропромышленной продукции и улучшение ее качества являются одной из важнейших задач обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации, решение которой невозможно без внедрения технологий, обеспечивающих рост производства продукции, снижение потерь при ее хранении и переработке.

Одной из таких эффективных и экологически безопасных технологий, требующих меньших затрат энергии и позволяющих заменить или резко снизить использование фумигантов и других химических препаратов, являются радиационные технологии, подразумевающие использование физических методов защиты растений (ионизирующее и неионизирующее излучение). При этом обработанные продукты не загрязняются остаточными количествами вредных химических соединений, не происходит термического разрушения органических соединений.

Первые исследования в нашей стране по сохранности клубней картофеля после гамма-облучения активно проводились еще в 1960-е гг. [1]. В ходе дальнейших исследований было установлено, что облученный картофель вполне пригоден для промышленной переработки на различные продукты [2, 3].

Воздействие гамма-облучения в дозе свыше 100 Гр подавляет прорастание картофеля и сокращает потери массы и сухого вещества клубней при дыхании даже при хранении в неблагоприятных условиях.

Однако существует проблема встраивания процесса облучения в технологический цикл хранения картофеля, которая требует своей проработки как в плане наиболее подходящих видов облучения (гамма, пучок электронов или рентген), так и в плане подбора оптимальных доз и мощностей доз для картофеля разных сортов и для клубней, находящихся на различной физиологической стадии. Поэтому целью эксперимента была оценка возможности использования различного радиационного (гамма, и тормозного электронного) излучения для облучения клубней картофеля.

Материалы и методы исследования

Облучение проводилось на ускорителе электронов ИЛУ-6 в режиме тормозного гамма-излучения в дозах 120, 240 и 360 Гр и на гамма-установке ГУР-120 с источником 60Co в дозах 5, 10, 50, 100 и 150 Гр. Облучение клубней картофеля проводили в двукратной повторности. Контрольные и облученные образцы клубней хранились при комнатной температуре 18–22 °С и относительной влажности 30–50 %, в хранилище при температуре 10–12 °С и относительной влажности 85–95 % и в холодильнике при температуре 4–6 °С и относительной влажности 60–80 % в течение свыше 5 месяцев. В процессе хранения проводили анализ клубней на потерю веса, содержание в клубнях сухого вещества и крахмала.

Потерю веса картофеля в процессе хранения и содержание сухого вещества определяли гравиметрическим методом, содержание крахмала по методу [4] с модификацией: измерения проводили при $\lambda = 650$ нм; при калибровке спектрофотометра за ноль оптической плотности принимается 0,125 % раствор йода; для калибровочного графика использовали крахмал картофельный по ГОСТ Р 53876-2010, доведенный до постоянной массы при 103 °С.

Достоверность различий вариантов опыта устанавливали на основе t–теста для средних. В тексте и таблице представлены средние значения с ошибкой.

Результаты исследования и их обсуждение

Качественные показатели клубней, облученных на ускорителе электронов ИЛУ-6, в процессе хранения в различных условиях представлены в табл. 1.

Как видно из представленных данных, во всех вариантах опыта гомеостаз клубней картофеля поддерживался на одинаковом уровне, не отмечено существенных изменений в процентном содержании в клубнях сахаров, крахмала и сухого вещества в течение всего срока хранения.

В то же время динамика изменения веса клубней картофеля показывает значительные различия, как при разных условиях хранения, так и между контрольным и облученным картофелем (рис. 1–3). При этом достоверных различий в потере веса картофеля, облученного в разных дозах, не отмечено.

Таблица 1

Показатели качества клубней картофеля при хранении

Срок эксперимента, сутки	Группа, доза	Содержание крахмала ,%	Содержание сухого вещества, %
Хранение при 18–22 °С			
35	120 Гр	21,0 ± 0,7	21,4 ± 0,8
	240 Гр	22,8 ± 2,3	23,1 ± 1,7
	360 Гр	20,4 ± 1,3	21,1 ± 0,1
	контроль	10,2 ± 0,7	20,7 ± 0,9
77	120 Гр	14,2 ± 1,0	21,3 ± 0,1
	240 Гр	21,8 ± 0,7	22,5 ± 0,2
	360 Гр	13,9 ± 1,1	20,0 ± 3,2
	контроль	11,7 ± 0,2	21,9 ± 1,1
114	120 Гр	15,3 ± 1,5	21,5 ± 1,2
	240 Гр	22,9 ± 0,8	22,9 ± 2,2
	360 Гр	23,2 ± 1,0	23,3 ± 0,2
	контроль	20,0 ± 1,7	22,3 ± 1,2
159	120 Гр	19,2 ± 0,7	24,0 ± 0,4
	240 Гр	20,1 ± 0,5	22,7 ± 2,4
	360 Гр	14,2 ± 1,1	22,6 ± 1,5
	контроль	11,0 ± 0,8	24,1 ± 1,4
Хранение при 4–6 °С			
35	120 Гр	19,3 ± 0,7	24,3 ± 1,1
	240 Гр	16,4 ± 0,7	20,4 ± 0,4
	360 Гр	24,3 ± 1,8	23,7 ± 2,0
	контроль	12,6 ± 0,8	26,3 ± 1,2

Окончание табл. 1

Срок эксперимента, сутки	Группа, доза	Содержание крахмала ,%	Содержание сухого вещества, %
77	120 Гр	14,6 ± 0,5	21,2 ± 1,3
	240 Гр	13,9 ± 0,6	22,4 ± 2,1
	360 Гр	18,4 ± 0,7	22,7 ± 2,3
	контроль	18,7 ± 0,7	23,2 ± 1,9
114	120 Гр	19,7 ± 1,0	23,2 ± 0,2
	240 Гр	17,1 ± 1,7	19,4 ± 0,1
	360 Гр	21,1 ± 1,9	23,4 ± 1,4
	контроль	15,2 ± 1,1	23,3 ± 0,5
159	120 Гр	15,8 ± 2,2	21,9 ± 1,9
	240 Гр	14,1 ± 0,7	19,0 ± 1,1
	360 Гр	10,4 ± 0,9	18,3 ± 0,4
	контроль	12,7 ± 1,3	21,2 ± 1,1

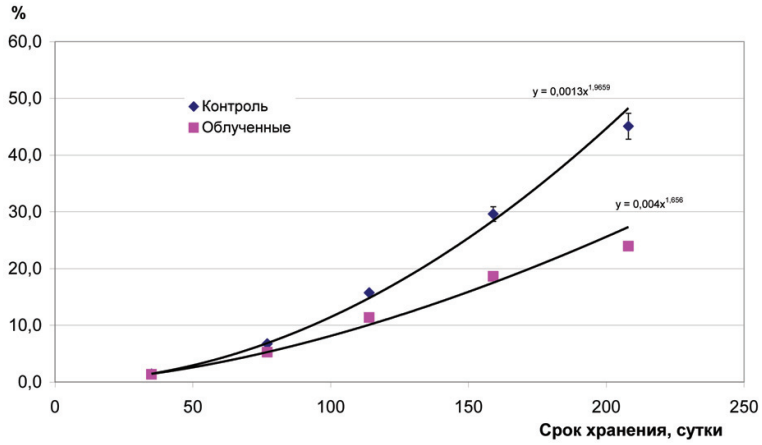


Рис. 1. Потеря веса картофеля при хранении в комнатных условиях (18–22 °С), %

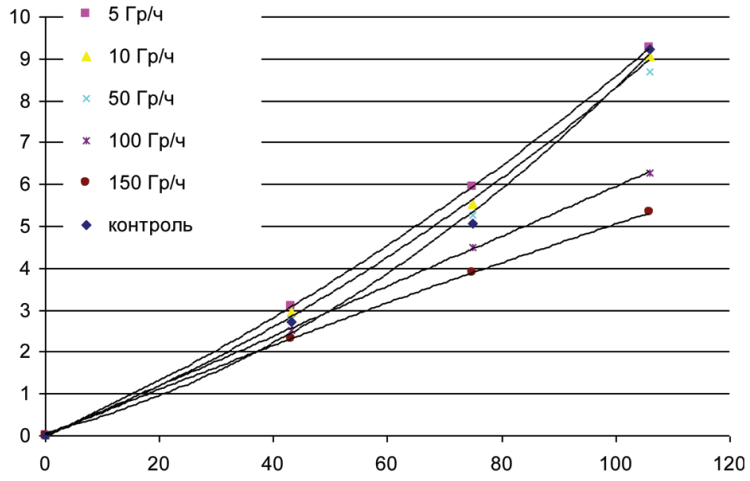


Рис. 2. Потеря веса картофеля при хранении в подвальном помещении (10–12 °С), %

При хранении в холодильнике потери веса как облученного, так и необлученного картофеля составили менее 1% за каждый месяц хранения, хранение в неблагоприятных условиях привело к экспоненциальной потере массы (рис. 1), при этом облученный картофель после 3 месяцев хранения терял массу в 1,5–2,0 раза медленнее.

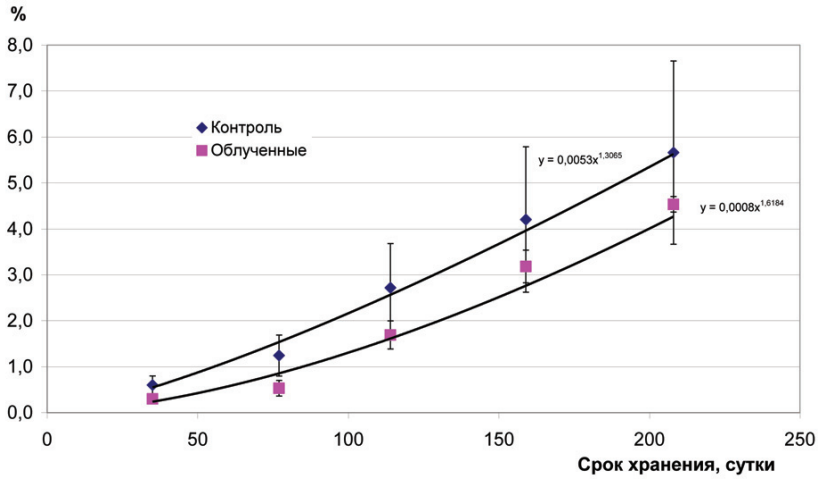


Рис. 3. Потеря веса картофеля при хранении в холодильнике (4–6 °С), %

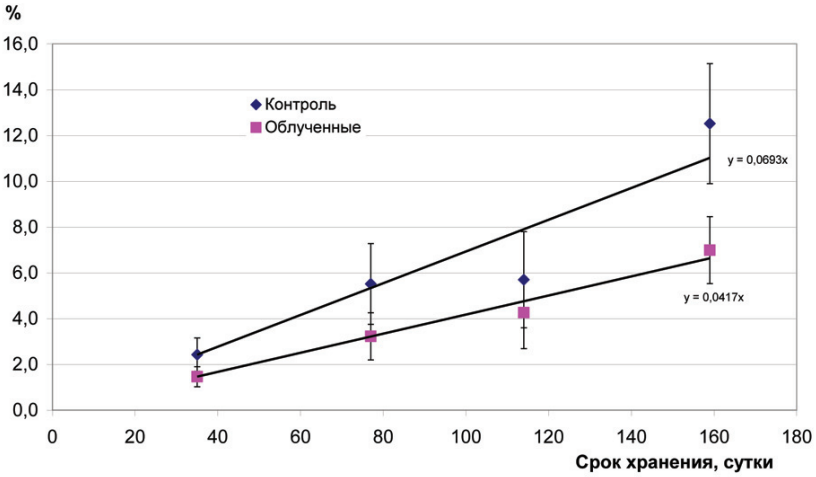


Рис. 4. Потеря сухого вещества клубней картофеля при хранении в комнатных условиях (18–22 °С), %

Потери веса клубня происходят при хранении в результате двух процессов – транспирации воды и процесса дыхания. В процессе дыхания расходуются сахара, поглощается кислород и выделяется углекислый газ, при этом образуется вода. Сахара образуются в клубнях в процессе гидролиза. В общем виде результат потери крахмала при дыхании можно записать как

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \leftrightarrow nC_6H_{12}O_6 + 6nO_2 =$$

$$= 6nCO_2 + 6nH_2O.$$

Переведя это в весовые соотношения, можно утверждать, что при распаде 162 г крахмала клубень теряет 72 г сухого вещества в процессе дыхания, а оставшиеся 90 г преобразуются в воду, которая также может удаляться из клубня в процессе транспирации. Используя данные по общей потере веса клубня при хранении и содержании сухого вещества, можно отдельно рассчитать потери веса на дыхание и транспирацию. На рис. 4 представлена динамика потери сухого вещества при хранении в неблагоприятных условиях. В данном случае наблюдается линейная потеря, контрольный картофель терял 0,07 % сухого вещества ежесуточно, а облученный – только 0,04 %.

Помимо снижения потери массы и сухого вещества клубней, за счет транспирации и дыхания, облучение картофеля полностью остановило процесс прорастания клубней (рис. 5).

Рис. 5. Внешний вид клубней после хранения при различных температурах в течение 5 месяцев

Облучение картофеля в дозе 100 Гр вдвое снижает количество проростков по сравнению с контролем, а в дозе 120 Гр и выше – полностью предотвращает прорастание картофеля (табл. 2).

Таблица 2

Среднее число проростков на один клубень и соотношение веса проростков к весу клубней, %

Группа, доза облучения, Гр	Среднее число проростков на клубень	Доля веса проростков, %
контроль	1,36	7,26
5	1,36	7,12
10	1,23	6,62
50	1,46	6,38
100	0,65	1,89
150	0,00	0,00

Облучение в дозах свыше 100 Гр снижает потери веса клубней вследствие процессов дыхания и транспирации в процессе хранения в 1,5–2,0 раза по сравнению с необлученным картофелем. Так, в условиях хранения при высокой влажности (85–95 %) и низкой температуре (10–12 °С) потери веса после 4 месяцев хранения составили в контроле 9,2 %, в группах, облученных в дозе свыше 100 Гр – 4,9 %. При хранении в комнатных условиях (влажность 40–60 % и температура 20–24 °С) после 5 месяцев потери веса клубней в контроле составили 29,6 %, в группах, облученных в дозе свыше 100 Гр – 18,6 %, при данных условиях хранения основная потеря веса клубней обусловлена процессами транспирации. Потери веса клубней при прорастании необлученного картофеля составили дополнительно 7–8 % после 4 месяцев независимо от условий хранения.

Обращает на себя внимание некоторое увеличение числа проростков при дозе 50 Гр, по сравнению с контролем и меньшими дозами облучения. При взвешивании боковых побегов отдельно видна зависимость уменьшения биомассы проросших глазков, с увеличением дозы и при дозе выше 100 Гр отмечено полное ингибирование процессов роста побегов.

Снижение интенсивности ростовых процессов при воздействии ионизирующей радиации на картофель дозами 50–150 Гр отмечали и другие авторы [5].

Выводы

1. Установлено, что облучение картофеля в дозах 120–360 Гр полностью предотвращает прорастание картофеля. Потери веса клубней при прорастании необлученного картофеля составили дополнительно 7–15 % после 5 месяцев хранения в неблагоприятных условиях.

2. При хранении в комнатных условиях после 5 месяцев потери веса клубней

в контроле составили 29,6 %, в группах, облученных в дозах 120–360 Гр – 18,6 %, при данных условиях хранения основная потеря веса клубней обусловлена процессами транспирации.

3. Облучение в дозах свыше 120 Гр снижает потери веса и сухого вещества клубней вследствие процессов дыхания и транспирации в процессе хранении в 1,5–2,0 раза по сравнению с необлученным картофелем.

Список литературы

1. Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Павлов А.Н., Кобялко В.О., Лой Н.Н., Цыгвинцев П.Н. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: история, современное состояние и перспективы // Докл. Международной научно-практической конф. «Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности». Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. С. 32–36.

2. Kurbangaleev Y., Konyukhov G., Nizamov R., (...), Velikanov V., Aslanov R. Influence of radiation various doses on food products and feeds. Key Engineering Materials. 2018. 781 KEM. P. 190–194.

3. Abolhasani A., Barzegar M., Sahari M.A. Effect of gamma irradiation on the extraction yield, antioxidant, and antityrosinase activities of pistachio green hull extract. Radiation Physics and Chemistry. 2018. V. 144. P. 373–378.

4. Cready R.M.Mc, Hassid W.Z. The Separation and Quantitative Estimation of Amylose and Amylopectin in Potato Starch. J. Am. Chem. Soc. 1943. № 65 (6). P. 1154–1157.

5. Мальцев С.В., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Влияние химических и физических методов воздействия на клубни картофеля различного назначения при хранении // Докл. Международной научно-практической конф. «Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности». Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. С. 285–289.

УДК 633.14:581.1:631.531

ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ СПОСОБОМ ПРОРАЩИВАНИЯ НА РАСТВОРЕ САХАРОЗЫ

Парфенова Е.С., Шамова М.Г., Набатова Н.А., Псарева Е.А.

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока», Киров, e-mail: utkina.e.i@mail.ru

Недостаток почвенной влаги в фазу всходов, кущения, формирования и налива зерна замедляет процессы морфогенеза и снижает урожай. Оценка относительной засухоустойчивости сортов методом проращивания семян в растворе с повышенным осмотическим давлением позволяет выделить образцы с высокой водопоглотительной способностью. Целью исследований являлось изучение влияния разных концентраций раствора сахарозы на прорастание семян и оценка относительной засухоустойчивости сортов и популяций озимой ржи. Работа проведена в ФАНЦ Северо-Востока в 2018 г. Изучено влияние разных концентраций раствора на прорастание семян сортов Фаленская 4, Графиня, Кировская 89. В зависимости от генотипа и концентрации раствора прорастание варьировало от 27,1 до 93,3 %. Отмечено, что сорт Кировская 89 отличался наибольшим процентом прорастания семян при всех концентрациях (в среднем 76,7 %) и менее резким снижением показателя при повышении осмотического давления. Установлено, что при концентрации раствора 10,5 %, соответствующей осмотическому давлению 12 атм., дифференциация образцов по проценту прорастания семян наибольшая. Приведены результаты лабораторной оценки относительной засухоустойчивости при осмотическом давлении 12 атм. у 9 районированных сортов и 14 перспективных популяций озимой ржи. По результатам оценки образцы распределены на 5 групп. В группу высокоустойчивых и с устойчивостью выше средней вошли 11 образцов. Выделенные образцы можно считать перспективными для дальнейшего изучения засухоустойчивости в естественных полевых условиях.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, семена, прорастание, засухоустойчивость, сахароза, осмотическое давление

ASSESSMENT OF THE RELATIVE DROUGHT RESISTANCE OF VARIETIES OF WINTER RYE, METHOD OF GERMINATION ON SUCROSE

Parfenova E.S., Shamova M.G., Nabatova N.A., Psareva E.A.

North-East Federal Agrarian Scientific Center, Kirov, e-mail: utkina.e.i@mail.ru

The lack of soil moisture in the phase of germination, tillering, the formation and loading of grain slows down the processes of morphogenesis and reduces the yield. Evaluation of the relative drought resistance of varieties by the method of germinating seeds in a solution with increased osmotic pressure allows you to select samples with high water absorption capacity. The aim of the research was to study the effect of different concentrations of sucrose solution on seed germination and the assessment of the relative drought-resistance of varieties and populations of winter rye. The work was carried out in the North-East Federal Agrarian Scientific Center in 2018. The effect of different concentrations of the solution on the germination of seed varieties Falenskaya 4, Grafinya, Kirovskaya 89 was studied. Depending on the genotype and the concentration of the solution, germination varied from 27.1 to 93.3 %. It was noted that the variety Kirovskaya 89 was distinguished by the highest percentage of seed germination at all concentrations (average 76.7 %) and a less sharp decrease in the indicator with an increase in osmotic pressure. It was established that at a solution concentration of 10.5 %, corresponding to an osmotic pressure of 12 atm., the differentiation of samples according to the percentage of seed germination is greatest. The results of laboratory evaluation of relative drought resistance at an osmotic pressure of 12 atm. are presented in 9 zoned varieties and 14 promising populations of winter rye. According to the evaluation results, the samples were divided into 5 groups. The group of high-resistant and with stability above the average included 11 samples. The selected samples can be considered promising for the further study of drought tolerance in natural field conditions.

Keywords: winter rye, variety, seeds, germination, drought resistance, sucrose, osmotic pressure

Одним из важных биологических и хозяйственно ценных признаков культурных растений является способность использовать влагу в условиях ее дефицита, особенно на первых этапах роста и развития [1, с. 90]. Под определением «засухоустойчивость» понимают способность растений противостоять неблагоприятным условиям вегетации, не снижая при этом урожай, поэтому, чем меньше снижение урожая, тем выше засухоустойчивость [2, с. 39].

Озимая рожь считается сравнительно засухоустойчивой культурой, эффективно использующей воду благодаря хорошо развитой корневой системе. Однако недостаток влаги в каждый из критических периодов водопотребления (фаза всходов, осеннего кущения, период от выхода в трубку до колошения, налив зерна) приводит к замедлению процессов морфогенеза и снижению урожая, в том числе за счет уменьшения длины колоса, количества зерен в колосе, массы 1000 зерен. Кроме того, засушливая погода в фазу всходов и осеннего кущения снижает готовность посевов к перезимовке [1, с. 90]. В исследованиях В.В. Чайкина, А.А. Торопа, А.И. Рылькова засушливые условия в осенний период, а также в июне и июле вызывали снижение урожайности озимой

ржи более чем в 2 раза. Ими отмечено негативное влияние на урожайность сочетания таких факторов, как поражение снежной плесенью и действие осенней и (или) весенней засухи [3, с. 35].

В зоне достаточного увлажнения отрицательное влияние засухи на сельскохозяйственные культуры проявляется быстрее, чем в засушливых регионах [4, с. 10].

Экологические условия Кировской области соответствуют требованиям возделывания озимой ржи и позволяют вести устойчивое производство зерна этой культуры [5, с. 30]. Засуха считается нехарактерным метеорологическим явлением и не относится к числу факторов, значительно лимитирующих урожайность этой культуры, как, например, условия перезимовки. Однако отмечается неустойчивый характер выпадения осадков в течение вегетации озимых, при этом периоды достаточного или избыточного увлажнения сменяются дефицитом влаги. Довольно часто засушливые условия отмечаются в конце мая – июне, а также в июле, когда идет налив зерна [6, с. 248]. Реже засушливая погода отмечается в фазу всходов и осеннего кущения, когда достаточная влагообеспеченность нужна для подготовки растений к перезимовке. В ранее проведенных нами исследованиях (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 2010–2017 гг.) отмечена тесная связь между урожайностью озимой ржи и суммой осадков за май, а также за период «май – июль» (коэффициент корреляции составил 0,70 и 0,73 соответственно).

В годы с дефицитом влаги в критические периоды водопотребления урожайность озимой ржи заметно снижается, что определяет актуальность проведенных исследований по оценке относительной засухоустойчивости возделываемых сортов.

К косвенным методам оценки относительной засухоустойчивости относится метод определения прорастания семян в растворе с повышенным осмотическим давлением, имитирующим недостаток воды (например, раствор сахарозы). Сорта, способные прорасти в условиях осмотического стресса и формирующие мощную первичную корневую систему, в дальнейшем могут быть более засухоустойчивыми в естественных полевых условиях [7, с.10]. Данный метод позволяет выделить перспективный материал с устойчивостью к засухе на ранних этапах органогенеза, что важно при селекции сортов озимых культур, устойчивых к осенней засухе [7, с. 14–15]. Концентрация раствора-осмотика должна быть такой, чтобы различия в устойчивости оцениваемых объектов имели наибольшую амплитуду [8, с. 58]. Правильно подобранная концентрация позволит получить более точное представление об относительной засухоустойчивости сортов. В методическом руководстве [7, с. 10–24] отсутствует информация о концентрации раствора сахарозы для оценки прорастания семян озимой ржи. В исследованиях А.А. Белозеровой и Н.А. Боме [1, с. 90] оценка сортов озимой ржи проводится на концентрации раствора сахарозы 10 %.

Цель исследования: изучить влияние разных концентраций раствора сахарозы на прорастание семян озимой ржи; оценить относительную засухоустойчивость сортов и перспективных популяций озимой ржи в условиях осмотического стресса.

Материалы и методы исследования

Исследования выполнены в лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой ржи в Федеральном аграрном научном центре (ФАНЦ) Северо-Востока (г. Киров) в 2018 г. Работа проводилась в два этапа: на первом этапе изучено влияние различных концентраций раствора-осмотика на прорастание семян и экспериментально установлена концентрация, при которой наблюдается наилучшая дифференциация образцов озимой ржи по степени прорастания семян; на втором этапе проведена косвенная оценка образцов по засухоустойчивости описанным ниже способом на установленной концентрации раствора сахарозы.

Опыт по установлению концентрации раствора проведен на трех районированных в Кировской области сортах озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока, различающихся между собой по морфотипу – Фаленская 4, Графиня и Кировская 89. Для косвенной оценки засухоустойчивости использовали 23 образца озимой ржи, среди которых 9 районированных сортов и 14 перспективных популяций (табл. 1).

Таблица 1

Сорта и перспективные популяции озимой ржи для оценки относительной засухоустойчивости

Районированные сорта	Перспективные популяции
Вятка 2, Крона, Фаленская 4, Кировская 89, Дымка, Снежана, Рушник, Флора, Графиня	Кипрез, Румба, Роса, Ниоба, Леда, Садко, Перепел, Снежана С30/07, Фаленская универсальная, Графиня ОП-15, Графиня ОП-14, Кипрез КУ-16, Кипрез КУ-15, Фаленская универсальная ОП-14

Для лабораторной оценки прорастания семян использовали методику Н.Н. Кожушко [6]. Опыт заложен в трехкратной повторности. Объем выборки – 30 семян каждого сорта. Проращивание семян проводили в чашках Петри на фильтровальной бумаге. В опытных вариантах в чашки добавляли растворы сахарозы с концентрацией 1,4; 4,4; 7,4; 10,5 и 16,6%, которые создавали осмотическое давление: 3, 6, 9, 12 и 18 атмосфер (атм) соответственно. В контрольном варианте семена проращивали с добавлением дистиллированной воды. На седьмые сутки определяли прорастание семян (P, %). Для этого в опытном и контрольном вариантах подсчитывали количество семян, давших корешок минимальной длины, затем среднее количество проросших семян в растворе сахарозы (a) выражали в процентах от числа семян, проросших в контроле (b), то есть $P = (a/b)\times 100\%$. Чем выше процент прорастания семян в растворе сахарозы, тем более засухоустойчив образец.

Степень снижения (депрессию) ростовых процессов (Z, %) определяли по убыли сухой массы проростков (корней и ростков) в опыте (y) по сравнению с аналогичным показателем в контрольном варианте (x), то есть $Z = 100 - \frac{y}{x}\times 100\%$. Более засухоустойчивые образцы отличаются меньшей депрессией ростовых процессов при повышенном осмотическом давлении, что проявляется в меньшем снижении накопления проростками биомассы.

Для дифференциации по степени засухоустойчивости для каждого образца определили доверительный интервал значения признака прорастания семян, затем вычислили величину группового интервала и по нижнему пределу доверительного интервала разделили образцы на 5 групп.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием MS Excel, пакета программ AGROS 2.07, а также методом обработки данных при альтернативной изменчивости [6, с. 13–14].

Результаты исследования и их обсуждение

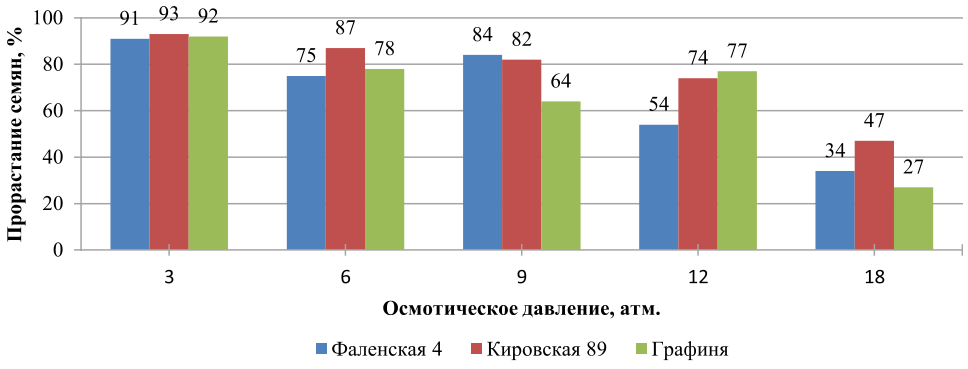
В результате изучения прорастания семян сортов Фаленская 4, Графиня и Кировская 89 при разных условиях водного дефицита (различная концентрация раствора сахарозы) установлено, что в зависимости от условий и генотипа прорастание варьировало от 27,1 до 93,3%. Дисперсионный анализ выявил наличие статистически значимых различий в степени прорастания семян по фактору «сорт» и «концентрация раствора сахарозы» (табл. 2).

Концентрация раствора сахарозы в большей мере ($h_x^2 = 0{,}75$) влияла на процент прорастания семян, чем фактор «сорт» и взаимодействие факторов ($h_x^2 = 0{,}04$ и $0{,}08$ соответственно). У всех образцов отмечено снижение процента прорастания семян при увеличении концентрации раствора и повышении осмотического давления (рисунок).

Таблица 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показателя «прорастание семян» озимой ржи

Источник варьирования	Число степеней свободы	Средний квадрат	$F_{факт.}$	F_{05}	Сила влияния фактора (h_x^2)
Общее	44	–	–	–	–
Блоки	2	122,6	1,4	–	–
Варианты	14	1313,5	14,8	2,1	–
Фактор А – концентрация раствора сахарозы	4	3971,5	44,8	2,7	0,75
Фактор В – сорт	2	402,6	4,5	3,3	0,04
Взаимодействие АВ	8	212,2	2,4	2,3	0,08
Остаточное	28	88,7	–	–	0,12



Прорастание семян озимой ржи при разном уровне осмотического давления

Сорт Кировская 89 отличался наибольшей степенью прорастания семян – 76,7% (среднее значение по всем концентрациям) и менее резким снижением показателя при повышении осмотического давления относительно сортов Фаленская 4 и Графиня, средний показатель прорастания которых составил 67%.

Варьирование признака «прорастание семян» у изучаемых образцов при разных концентрациях сахарозы представлено в табл. 3.

Среди изучаемых концентраций наибольшее варьирование показателя «прорастание семян» выявлено при концентрации раствора сахарозы 10,5%, создающей осмотическое давление 12 атм. В этих условиях отмечен наиболее широкий размах вариации признака (R = 23,1%) и максимальный показатель стандартного отклонения (s_x = 12,6%). Данная закономерность прослеживалась у всех изучаемых образцов: Фаленская 4 (R = 20,7%; s_x = 10,5%), Кировская 89 (R = 26,7%; s_x = 13,4%), Графиня (R = 34,9%; s_x = 17,7%). Показатель «прорастание семян» при концентрации 10,5% (12 атм) имел статистически значимые различия (с вероятностью P>0,95) по сравнению с вариантами 3, 6 и 18 атм. Разница в прорастании между вариантами 9 и 12 атмосфер статистически несущественна, но в варианте с осмотическим давлением 12 атм размах изменчивости и стандартное отклонение выше, что говорит о большем варьировании признака. Следовательно, для лабораторного определения относительной засухоустойчивости семян озимой ржи необходимо использовать концентрацию раствора сахарозы 10,5% (12 атм).

На втором этапе была проведена оценка относительной засухоустойчивости 23 сортов и перспективных популяций методом прорастания семян на растворе сахарозы с концентрацией 10,5% (12 атм). В качестве критериев оценки использовали процент прорастания семян (P,%) и степень снижения (депрессия) накопления проростками сухой биомассы (Z,%). Показатель Z характеризует уровень ростовых процессов при повышении осмотического давления. По проценту прорастания семян образцы распределены по пяти группам (табл. 4).

К группе высокоустойчивых и с устойчивостью выше средней отнесены 11 образцов: Крона, Кировская 89, Фаленская 4, Графиня ОП-15, Кипрез, Садко, Снежана С30/07, Перепел, Ниоба, Графиня, Рушник. Слабой устойчивостью к осмотическому стрессу характеризовались образцы Флора, Графиня ОП-14, Кипрез КУ-16. Минимальным показателем характеризовался образец Кипрез КУ-15.

Таблица 3

Показатели варьирования признака «прорастание семян,%» озимой ржи

Раствор сахарозы (фактор А)		Образец сорта (фактор В)									Среднее по опыту		
		Фаленская 4			Кировская 89			Графиня					
%	атм	$\bar{x}$	R	s_x	$\bar{x}$	R	s_x	$\bar{x}$	R	s_x	$\bar{x}$	R	s_x
1,4	3	90,8	13,8	8	93,3	16,7	8,8	92,1	16,7	8,4	92,1	2,5	1,3
4,4	6	74,7	10,3	5,3	86,6	13,1	6,6	78,4	9	4,7	79,9	11,9	6,1
7,4	9	83,9	10,4	5,3	81,9	23,4	12,8	64,3	11,4	6,2	76,7	19,6	10,8
10,5	12	54	20,7	10,5	74,2	26,7	13,4	77,1	34,9	17,7	68,4	23,1	12,6
16,6	18	34,5	6,9	3,5	47,3	25,3	12,9	27,1	12,9	6,9	36,3	20,2	10,2
$НСР_{05}$ по фактору А = 9,1; по фактору В = 7													

Примечание: $\bar{x}$ – среднее значение признака, R – разница между максимальным и минимальным значением признака, s_x – стандартное отклонение.

Таблица 4

Распределение образцов озимой ржи по относительной засухоустойчивости

Номер группы по степени устойчивости к засухе	Интервал значений признака «прорастание семян»,%	Количество сортов в группе	
		шт.	%
1 – неустойчивые	0 – 13,9	1	4,3
2 – слабая	14,0 – 27,8	3	13,0
3 – средняя	27,9 – 41,7	8	34,8
4 – выше средней	41,8 – 55,6	3	13,0
5 – высокая	55,7 и более	8	34,8

Оценка депрессии накопления сухой биомассы (Z) в пределах каждой группы устойчивости, проведенная с помощью t-критерия Стьюдента, показала, что большинство образцов не имеет статистически значимых различий по этому показателю ($t_{факт.} < t_{теор.}$ при числе степеней свободы $k = 4$ и уровне значимости $\alpha = 5\%$). В 5-й группе выделены образцы Кипрез и Перепел, у которых низкая депрессия накопления биомассы (Z = 5,2 и 15,6% соответственно) статистически доказана ($t_{факт.}$3,8 и $t_{факт.}$3,2 против $t_{теор.}$2,8). Также можно отметить сорта Крона, Графиня ОП-15 и Садко, у которых невысокий показатель депрессии (15,6; 24,4; 29,6% соответственно) относительно других образцов в группе.

Заключение

Лабораторный метод проращивания семян озимой ржи на растворе сахарозы позволяет дать косвенную оценку образцов по засухоустойчивости. При увеличении концентрации раствора и повышении осмотического давления отмечено снижение процента прорастания семян у всех изучаемых образцов. Экспериментальным путем установлено, что при концентрации раствора сахарозы 10,5%, создающей осмотическое давление 12 атм, получен наиболее широкий размах вариации признака «прорастание семян» (R = 23,1%) и максимальный показатель стандартного отклонения (s_x = 12,6%).

Анализ сортов, проведенный в соответствии с отработанной методикой, позволил распределить сорта озимой ржи по группам. Наибольшей относительной засухоустойчивостью характеризуются сорта Крона, Кировская 89, Фаленская 4, Графиня ОП-15, Кипрез, Садко, Снежана С30/07, Перепел, Ниоба, Графиня, Рушник. В группе высокоустойчивых к осмотическому стрессу выделены образцы Кипрез, Перепел, Крона, Графиня ОП-15, Садко с низким показателем депрессии (5,2; 15,6; 15,6; 24,4; 29,6% соответственно). Выделенные образцы можно считать перспективными для дальнейшего изучения засухоустойчивости в естественных полевых условиях.

Список литературы

1. Белозерова А.А., Боме Н.А. Оценка адаптивности генотипов озимой пшеницы и ржи по норме реакции и в условиях стресса // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. 2004. № 3. С. 89–95.

2. Ионова Е.В. Засуха и засухоустойчивость зерновых колосовых (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2011. № 2 (14). С. 37–41.

3. Чайкин В.В., Тороп А.А., Рыльков А.И. Зимо- и засухоустойчивость озимой ржи в условиях Центрально-Черноземного региона // Земледелие. 2017. № 2. С. 32–36.

4. Софронов А.П., Пленкина Г.А., Фирсова С.В. Засухоустойчивость лещины обыкновенной в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 9–13.

5. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Рубцова Н.Е., Русаков Р.В., Устюжанин И.А., Уткина Е.И. Концептуальные направления развития научно-инновационного проекта «Рожь России» // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 28–31.

6. Уткина Е.И., Кедрова Л.И., Парфенова Е.С., Шамова М.Г. Оценка хозяйственно ценных признаков сортов озимой ржи в условиях Кировской области: матер. Межд. науч.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015. С. 245–248.

7. Кожушко Н.Н. Оценка засухоустойчивости полевых культур. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство. Л.: ВИР, 1988. С. 10–24.

8. Лисицын Е.М. Эдафическая устойчивость растений и методы ее оценки: матер. Межд. науч.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. С. 52–59.

УДК 630*43(091)(571.122)

ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ В 1940–1960-Е ГОДЫ (НА ПРИМЕРЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО (САМАРОВСКОГО) ЛЕСХОЗА)

Ткачев Б.П., Ткачева Т.В.

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», Ханты-Мансийск, e-mail: btkachev@mail.ru

В статье рассматривается состояние и организация охранной деятельности от пожаров в Ханты-Мансийском (Самаровском) лесхозе Ханты-Мансийского автономного округа. В 1940–1960-е гг. на территории округа в условиях интенсивного промышленного освоения лесных массивов увеличивалась доступность лесных участков, вместе с этим росла угроза лесных пожаров. В послевоенные годы на организацию охраны от пожаров в лесных хозяйствах влияли: большая площадь территории округа, остаточный принцип финансирования лесной отрасли, слабая материально-техническая база лесхозов, недостаток квалифицированных кадров охранной службы, отсутствие мобильных средств передвижения для тушения пожаров. Состояние охраны лесов в Ханты-Мансийском лесхозе отражает ситуацию с организацией противопожарной службой в лесной отрасли округа. В период с 1949 по 1959 г. произошло уменьшение случаев пожара на территории лесхоза, но из-за нарушений правил пожарной безопасности увеличилась общая площадь земель, охваченная пожарами. В 1960-е гг. укрепление охранной службы становится приоритетным направлением лесных хозяйств округа. В результате постепенной механизации охранной деятельности, своевременного обнаружения пожаров, применения новых методов и средств тушения происходит резкое сокращение количества и площадей пожаров на территории Ханты-Мансийского лесхоза.

Ключевые слова: охрана лесов, лесное хозяйство, Ханты-Мансийский лесхоз, лесные пожары, тушение пожаров

THE ORGANIZATION OF PROTECTION OF FORESTS FROM FIRES IN THE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG IN 1940–1960-IES (BY THE EXAMPLE OF KHANTY-MANSI (SAMAROVO) FORESTRY)

Tkachev B.P., Tkacheva T.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yugra State University», Khanty-Mansiysk, e-mail: btkachev@mail.ru

The article considers the condition and organization of fire protection activities in the Khanty-Mansiysk (Samarovsky) forestry of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug. In the 1940s – 1960s, the availability of forest areas increased in conditions of intensive industrial development of forests, along with this the threat of forest fires grew. In the post-war years, the organization of fire protection in forestry was influenced by: a large area of the okrug, the residual principle of financing the forest industry, a weak material and technical base of forestry, a lack of qualified security personnel, and a lack of mobile vehicles to extinguish fires.The status of forest protection in the Khanty-Mansiysk forestry reflects the situation with the organization of the fire service in the forest industry of the okrug. In the period from 1949 to 1959 there was a decrease in the number of fires in the territory of the forestry, but due to violations of fire safety rules, the total land area covered by fires increased. In the 1960s, the strengthening of the security service became a priority area for okrug's forestry. As a result of the gradual mechanization of security activities, timely detection of fires, the use of new methods and means of extinguishing, there is a sharp reduction in the number and area of fires in the Khanty-Mansiysk forestry.

Keywords: forest protection, forestry, Khanty-Mansiysk forestry, forest fires, fire extinguishing

Лесные массивы занимают большую часть территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры), а лесные пожары представляют одну из главных природных опасностей. С ростом населения, развитием дорожной сети и техники увеличивалась доступность лесных участков, вместе с этим росла угроза лесных пожаров. Борьба с лесными пожарами становится все актуальнее, чему способствует и возрастающий интерес общества к экологической безопасности [1, с. 49]. Обращение к историческому опыту организации охранной деятельности от пожаров, защиты лесных ресурсов позволит охарактеризовать развитие лесной отрасли в ХМАО-Югре.

Цель исследования: на примере Ханты-Мансийского (Самаровского) лесхоза рассмотреть состояние и организацию охраны лесов от пожаров в Ханты-Мансийском автономном округе в 1940–1960-е гг.

Материалы и методы исследования

Источниковой базой для написания статьи явились ранее неопубликованные документальные и статистические материалы, хранящиеся в Казенном учреждении «Государственный архив Югры».

Истории лесного хозяйства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры посвящены работы А.С. Решетникова [2], Н.Я. Крупинина [3], Б.Е. Чижова [4], А.В. Судакова [5]. Рассматриваемый период характеризовался развитием государственного управления лесами в условиях исключительной собственности государства на леса. При этом существовала

командно-административная система управления лесами, жесткий централизм и партийность, остаточный принцип финансирования лесного хозяйства, плановое распределение ресурсов и продукции [6].

В центре внимания находились вопросы использования и охраны лесных ресурсов, рассматривались отдельные хронологические периоды, отдельные сюжеты истории становления и развития лесного хозяйства округа [7]. Вопросы охраны лесов от пожаров в ХМАО-Югре в рассматриваемый период исследовались фрагментарно без детального изучения.

В настоящее время, используя оценки экономической доступности лесных ресурсов, региональные органы власти имеют возможность разрабатывать планы с учетом внедрения различных механизмов стимулирования использования лесных ресурсов в регионе [8].

В то же время природная пожарная опасность молний связана с породным составом и почвенным покровом, в среднем по округу сравнительно невысокая из-за большого количества водоемов и болот. Высокая пожарная опасность определена на 17% территории округа. Это сосняки беломошники, хвойный подрост, сосняки брусничники [9, с. 6].

Полученные данные согласуются с исследованиями В.А. Иванова, Г.А. Ивановой, которые указывают, что в Тюменской области пожары от молний в сосняках составляют 19% [10, с. 5].

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование в Ханты-Мансийском автономном округе лесного хозяйства как отрасли экономики, в функции которого входила охрана лесов от пожаров, началось после создания в СССР Министерства лесного хозяйства (4 апреля 1947 г.) и организации Тюменского управления лесного хозяйства.

На территории Ханты-Мансийского автономного округа было организовано 4 лесхоза: Березовский, Кондинский, Сургутский и Ханты-Мансийский. Образованный в 1947 г. Ханты-Мансийский (Самаровский) лесхоз занимал административную территорию Самаровского района, 4 сельских советов Микояновского района, 1 сельский совет Сургутского района. Территория лесхоза была разбита на 4 лесничества: Цингалинское, Самаровское, Охлымское, Микояновское.

В условиях остаточного финансирования лесного хозяйства в исследуемый период производственно-финансовые планы лесхоза включали разнообразные виды работ: охрану леса от пожаров, уход за противопожарным разрывом, авиапатрулирование, ремонт и содержание пожарных вышек, ремонт и содержание телефонной и радиосвязи, наем временных пожарных сторожей, содержание дежурного транспорта, проведение информационного и технического просвещения работников и населения.

В 1940–1950-е гг. в состав лесной охраны входили: лесничие, помощники лесничих, инспектор охраны леса, лесные объездчики и лесники. Лесной охраной выполнялись ремонт и сооружение рабочих станций, патрулирование лесов, контроль по соблюдению правил пожарной безопасности. На пожароопасный период (май – август) был предусмотрен наем временных пожарных, но в связи со слишком низкой заработной платой не всегда удавалось найти людей на данную работу. Средств, выделяемых на наем временных сторожей, было недостаточно, в особенности в противопожарный период и при ежегодном увеличении лесозаготовок.

Лесники, не имея кордонов, были вынуждены проживать в населенных пунктах, в большинстве случаев далеко от своих охраняемых участков. Лесная охрана из личных средств оплачивала проживание в служебном жилье, аренду лошадей для обследования своих обходов, подвозку сена и топлива.

Ситуация с наличием кордонов и лошадей у лесной охраны начала постепенно улучшаться только к 1953 г., однако содержание поголовья лошадей было все еще затруднительным ввиду нехватки фуража для лошадей, который в основном заготавливался в лесхозе.

Расширение территории авиапатрулирования не приводило к увеличению парка авиатехники (табл. 1).

Таблица 1

Авиапатрулирование территории Ханты-Мансийского лесхоза (1947–1958 гг.)

Годы	Воздушный транспорт	Обслуживаемая площадь, тыс. га	Доля обнаруженных пожаров,%
1947	1 гидросамолет	1200	80
1949	1 самолет	2860	47
1950	1 самолет	2860	57
1951	1 самолет	3600	50
1953	1 самолет	3892	–
1954	1 самолет	3285	–
1955	1 самолет	3285	–

Авиапатрулирование осуществлялось самолетом, только в 1958 г. впервые площадь лесхоза стала обслуживатся вертолетом, что усилило мобильность при обнаружении пожара: с вертолета рабочие сразу же высаживались на места пожаров и очаги возгорания ликвидировались. Хорошие результаты показало патрулирование лесной охраной лесов на механизированном транспорте – лодках с подвесными моторами (в большинстве, собственных лодках лесников).

Одной из характеристик готовности лесной охраны к тушению пожаров являлось наличие пожарного инвентаря, количество которого в рассматриваемые годы не росло, а наоборот, постоянно уменьшалось, приходя в негодность. В перечень такого пожарного инвентаря входили лопаты, топоры, пилы (лучковые и поперечные), грабли, ведра.

Обслуживание лесных массивов затрудняло отсутствие пожарных вышек, которые были крайне необходимы, особенно в местах расположения крупных лесных массивов (например, в Охлымско-Назымской даче, пос. Новый Назым). Для нормативного обслуживания лесных массивов требовалось наличие моторного и гребного флота для патрулирования лесов и, в особенности, для быстрейшей переброски рабочих и пожарного инвентаря на тушение пожаров. В реальности на 1950 г. в лесхозе и пяти лесничествах имелись всего один катер и две моторные лодки.

Со стороны лесхоза и лесничеств был организован контроль по соблюдению правил пожарной безопасности путем обследования территорий, который проводился лесничими, инспектором охраны леса и самим директором лесхоза. К выявленным нарушениям при проверках относились: не полностью произведенные работы по очистке лесосек, недостаточное количество пожарного инвентаря, отсутствие на месте работы в лесу аншлагов противопожарного назначения, отсутствие минерализованной полосы на древесине в штабелях, несоблюдение положенных разрывов между постройками.

На нарушителей правил пожарной безопасности составлялись акты, выписывались штрафы, которые в ряде случаев уплачивались добровольно или по решению нарсуда. Постановления о наложении штрафов выносились областным Управлением лесного хозяйства на основании представленных лесхозом актов о нарушении правил пожарной безопасности. Постановления выходили с большой задержкой с момента направления лесхозом акта в Управление, процесс рассмотрения дел в суде и взыскание сумм штрафов сильно затягивались (например, акт направлен 30 мая 1953 г., а постановление о наложении штрафа высланы 15 октября 1953 г.).

Обязательной для работников лесхоза являлась работа по информационному и техническому просвещению: проводились беседы, лекции для населения («Назначение леса в народном хозяйстве СССР», «Возникновение лесных пожаров и борьба с ними», «Какой вред лесному хозяйству приносят лесные пожары»), в окружной газете «Сталинская трибуна» публиковались статьи по противопожарной тематике, в лесах выставлялись аншлаги противопожарного содержания. Благодаря этому просвещению были организованы добровольные пожарные дружины из числа местного населения (количество членов дружин достигало 1700 человек) с закреплением за ними пожарного инвентаря: топоров, лопат, пил, ведер, грабель, багров, лодок – собственности населения.

Таблица 2

Лесные пожары на территории Ханты-Мансийского лесхоза (1949–1959 гг.)

	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Число случаев	17	14	14	29	13	30	25	21	10	22	14
Площадь, охваченная пожарами, га	382	300	800	1411	129	1842	2378	1046	1872	252	2368
Сумма убытков общая, руб.	69369	11218	12299	57133	4 482	176315	392525	12284	8152	7611	29929
В том числе расходы по тушению, руб.	12171	2761	1308	18124	2412	22775	9803	7182	2326	2872	1523
Нарушение правил пожарной безопасности	9	7	5	20	5	10	12	6	4	7	9
От молнии	1	2	3	2	3	4	1	6	1	6	2
Невыясненные причины	7	5	6	7	5	16	12	9	5	9	3

В целом с 1949 по 1959 г. произошло количественное уменьшение случаев пожара на территории лесхоза, однако число зафиксированных нарушений правил пожарной безопасности оставалось высоким, что в условиях интенсивного освоения лесных массивов приводило к увеличению площадей, охваченных пожарами (табл. 2).

Годовые отчеты по отпуску леса показывают динамику лесных пожаров, зависящую от нарушений правил пожарной безопасности в лесу (45%), природных, в первую очередь молний (15%). Большую долю случаев составляли невыясненные причины (40%).

Несмотря на проводимые мероприятия по охране лесов от пожаров, к началу 1960-х гг. в лесхозе сохранялся уровень средней пожароопасности, что свидетельствует о недостаточном уровне организации патрульной службы – несвоевременное обнаружение пожаров влекло за собой значительные трудозатраты, денежные расходы на тушение пожаров и убытки от гибели древесины.

К 1965 г. на территории Ханты-Мансийского лесхоза имелось 7 кордонов, 5 из которых требовали неотложного капитального ремонта. При этом лошадьми лесная охрана была обеспечена полностью. Хуже дело обстояло с водным транспортом: к 1965 г. имеющиеся в лесничествах мотолодки со стационарными «Л-6» и подвесными моторами «Москва» из-за длительности эксплуатации пришли в негодность, отработав 7–8 навигаций.

Территорию лесхоза в части авиапатрулирования и тушения лесных пожаров обслуживал один гидросамолет Ан-2 и частично вертолет МИ-4 с авиакомандой более 20 человек. Авиацией своевременно обнаруживалось 83–94% пожаров. Почти все пожары были потушены силами авиаохраны, в некоторых случаях привлекалось местное население.

Во второй половине 1960-х гг. территория Ханты-Мансийского лесхоза увеличилась. В 1966 г. в его состав вошли 5 лесничеств, а в 1967 г. – 6 лесничеств: Самаровское (608574 га), Охлымкое (173560 га); Троицкое (833375 га), Зенковское (540583 га), Цингалинское (333034 га), Назымское (467878 га).

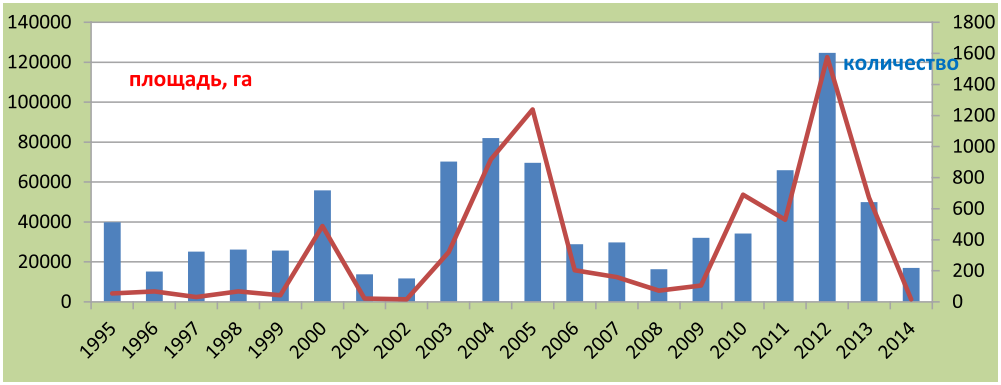
Для нормативного обеспечения лесной охраны водным транспортом лесхозу было необходимо 20 лодок с моторами, однако на 1966 г. только 4 лесничества имели по одному подвесному мотору, в одном лесничестве имелась 1 мотолодка с мотором. Дополнительно в распоряжении лесничеств должны были находиться по одному полуглиссеру и один катер – для лесхоза. В 1966 г. от Тюменского управления лесного хозяйства лесхоз получил катер БМК-90 из Уватского лесхоза, требующий капитального ремонта – замены двигателя, полуглиссер, которому был необходим ремонт, и автомашину ЗИЛ-151 с неработающим двигателем.

Ситуация с транспортом и связью стала налаживаться только концу 1960-х гг.: было получено 6 радиостанций и автомашина ГАЗ-66, на базе которой в лесхозе была создана первая пожарно-химическая станция (ПХС), которая стала обслуживать леса в зеленой зоне вокруг г. Ханты-Мансийска. Территорию лесхоза обслуживали уже два самолета Ан-2. При оперативном отделении находились постоянные пожарные десантники в количестве до 20 человек.

Таблица 3

Лесные пожары на территории Ханты-Мансийского лесхоза (1960–1969 гг.)

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Число случаев	7	30	69	91	51	56	33	45	26	10
Общая площадь, га	56	1174	1237	–	2416	596	143,8	418	31	13,6
В т.ч. покрытая лесом	–	280	292	861	–	–	–	–	–	–
От сельскохозяйственных палов	–	6	17	13	–	1	1	2	13	–
По вине лесозаготовителей	–	1	21	–	–	1	1	11	–	–
Неосторожное обращение с огнем	4	–	20	–	–	–	–	–	1	1
От молнии	–	–	–	26	–	37	–	12	4	8
Невыясненные причины	3	–	–	–	–	17	31	18	8	1
Всего убытков, руб.	–	4295	775	9873	–	5196	1946	65903	–	3942
Повреждено леса, м^3	–	1850	290	–	–	–	7000	54618	–	–
На сумму, руб.	–	552	204	6866	–	1005	910	–	–	–



Ежегодное количество и площадь лесных пожаров в 1995–2014 гг. [9]

Первая половина 1960-х гг. характеризовалась увеличением количества случаев лесных пожаров по сравнению с периодом 1940–1950-х гг. Практически все пожары стали обнаруживаться. Только к концу 1960-х гг. произошло резкое сокращение количества и площадей пожаров на территории лесхоза по сравнению с предыдущим периодом благодаря не только их своевременному обнаружению, но и мобильной организации тушения (табл. 3).

Число случаев лесных пожаров, зависящее от природных факторов, в первую очередь молний, остается высоким (до 50%). В арсенале лесной охраны появились ранцевые опрыскиватели и огнетушители, лучковые и поперечные пилы сменились бензопилами. В 1969 г. на территории обслуживаемой пожарно-химической станцией не было зафиксировано ни одного пожара.

Для сопоставления количества лесных пожаров 1940–1960-х гг. в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре выбран современный период с 1995 по 2014 г. Современный период характеризовался годами со значительным количеством пожаров (2003–2005, 2012), так и периодами с минимальным количеством пожаров (2001–2002, 2008, 2014) (рисунок).

Выводы

Таким образом, к числу наиболее распространенных причин возникновения пожаров относились: нарушения правил пожарной безопасности в лесу, природные (молнии), невыясненные случаи, большая доля которых имеет природный характер.

В 1940–1960-е гг. происходило устойчивое развитие охраны лесов от пожаров в лесных хозяйствах Ханты-Мансийского автономного округа. Положение дел с противопожарной деятельностью в Ханты-Мансийском лесхозе в рассматриваемый период являлось типичным для всех лесхозов округа. Производство древесины росло, расширялись осваиваемые лесные площади, что ставило охрану лесов от пожаров в число приоритетных направлений в развитии лесной отрасли округа.

Укрепление материально-технической базы лесных хозяйств привело к тому, что все большие объемы по противопожарным работам выполнялись механизированным способом, регулярным становился авиаконтроль за пожарной ситуацией в округе, действовали пожарно-химические станции, увеличивалась доля профессиональных и квалифицированных кадров, задействованных в противопожарной службе охраны лесов.

Сравнение характеристик пожаров 1940–1960-х гг. в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре с современным периодом позволяет сформулировать вывод о значимости этого опасного явления для населения округа и в настоящее время.

Список литературы

1. Трясцын В.Г., Ткачев Б.П. Прогнозирование лесных пожаров на территории Ханты-Мансийского автономного округа // Пожары и ЧС. 2015. Вып. 4. С. 49–55.

2. Решетников А.С. Тюменский лесной комплекс: страницы истории (1917–1997 гг.). Тюмень, 1997. 310 с.

3. Крупинин Н.Я. Мониторинг развития лесного хозяйства на интенсивно осваиваемых территориях. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. 294 с.

4. Чижов Б.Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Мандр и Ка, 1998. 141 с.

5. Судаков А.В. Развитие лесной промышленности Ханты-Мансийского автономного округа в конце 1950-х – середине 1980-х гг.: автореф. дис. … канд. ист. наук: 07.00.02. Сургут, 2005. 34 с.

6. Петров В.Н. Государственное управление лесами: учебное наглядное пособие. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. 240 с.

7. Ткачев Б.П., Ткачева Т.В., Щербак Н.С. Формирование лесохозяйственного комплекса Остяко-Вогульского (Ханты-Мансийского) округа в 1920–1940-е гг. // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. 2018. Т. 18. № 5. С. 32–35.

8. Третьяков А.Г. Территориальные программы развития лесного сектора: показатели и сбалансированность интересов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. Вып. 210. С. 259–273.

9. Трясцын В.Г. Ткачев Б.П., Викторов Е.В. Гидрометеорологический прогноз лесных пожаров Западно-Сибирской равнины. Ханты-Мансийск: Югорский формат, 2017. 131 с.

10. Иванов В.А., Иванова Г.А. Пожары от гроз в лесах Сибири. Новосибирск: Наука, 2010. 164 с.

УДК 553.3:622.7(571.54)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЛИНОЗЕМНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

[1,2]Антропова И.Г., [1]Алексеева Е.Н., [1,2]Доржиева О.У., [1]Гуляшинов П.А., [1]Палеев П.Л.

[1]ФГБУН «Байкальский институт природопользования» Сибирского отделения Российской академии наук, Улан-Удэ;

[2]ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», Улан-Удэ, e-mail: inan@binm.ru

Представлены результаты изучения химического и минерального составов глиноземсодержащего сырья Республики Бурятия – бокситов Боксонского, нефелиновых руд Мухальского месторождений и алюмосиликатных пород Калюмного участка Сыннырского щелочного массива. Показано, что бокситовые руды Боксонского месторождения относятся к типичным высокожелезистым бокситам и из-за низкого качества, небольших запасов перспективы их освоения невысокие. Одним из возможных вариантов обеспечения потребностей в глиноземе является использование огромных по запасам нефелиновых руд Мухальского месторождения и уникальных по содержанию калия алюмосиликатных пород Сыннырского массива. Показано, что по химическому составу и технологическим свойствам уртиты Мухальского месторождения соответствуют нефелиновым рудам Кия-Шалтырского месторождения, на котором работает Ачинский глиноземный завод в Красноярском крае. Показана перспективность освоения ультракалиевых алюмосиликатных пород Сыннырского массива. Рассмотрена возможность получения калийсодержащих комплексных удобрений на основе сынныритов. Показано, что измельченные сынныриты, искусственные кальсилит-лейцитовые концентраты, органоминеральное удобрение на основе сыннырита и окисленного бурого угля – это водонерастворимые, невымываемые и экологически чистые удобрения, обладающие пролонгированным действием. Также минеральный состав сынныритов позволяет при их глубокой комплексной переработке получать чистые соли калия и глинозем.

Ключевые слова: бокситы, нефелины, сынныриты, технологические свойства, бесхлорные калийсодержащие удобрения

GENERAL CHARACTERISTICS DEPOSITS OF ALUMINOUS RAW MATERIALS REPUBLIC OF BURYATIA AND PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT

[1,2]Antropova I.G., [1]Alekseeva E.N., [1,2]Dorzhieva O.U., [1]Gulyashinov P.A., [1]Paleev P.L.

[1]Baikal Institute of Nature Management Siberian branch of the Russian Academy of sciences, Ulan-Ude;

[2]Buryat State University, Ulan-Ude, e-mail: inan@binm.ru

Presents the results of studying the chemical and mineral compositions alumina-containing raw materials of the Republic of Buryatia – bauxite Baksanskoe, nepheline ore deposits Mochalskoe and alumino-silicate rocks Kalymnos area Synnyrskoe alkaline massif. It is shown that Baksanskoe bauxite ore deposits are typical of high Fe bauxite and low-quality small stocks prospects of their development is low. One of the possible options to meet the needs in alumina is the use of huge reserves of nepheline ores of the Mochalskoe deposit and unique in potassium content of aluminosilicate rocks of the Synnyr massif. It is shown that the chemical composition and technological properties of the urtites of the Mochalskoe deposit correspond to the nepheline ores of the Kiya-Shaltyr Deposit, where the Achinsk alumina plant in the Krasnoyarsk region operates. The prospects of development of aluminosilicate rocks of ultrapotassium Synnyrskoe array. The possibility of obtaining a potassium-containing compound fertilizers on the basis of synnyrite. It is shown that crushed synnyrites, artificial calcite-leucite concentrates, organo-mineral fertilizer based on synnyrite and oxidized brown coal are water-insoluble, non-removable and environmentally friendly fertilizers with prolonged action. Also, the mineral composition of synnyrites allows for their deep complex processing to obtain pure potassium salts and alumina.

Keywords: bauxite, nepheline, synnyrite, technological properties, chlorine-free potash-containing fertilizers

В настоящее время алюминий и его сплавы благодаря совокупности уникальных физико-химических и механических свойств (малая плотность (2,7 г/см^3), податливость штамповке, хорошая тепло- и электропроводность, высокая коррозионная стойкость, стойкость к высоким и низким температурам и т.д.) заняли лидирующие позиции среди конструкционных материалов и имеют хорошие перспективы. Основные потребители алюминиевой продукции – транспортная, строительная, упаковочная, машиностроительная, авиакосмическая отрасли, автомобилестроение и энергетика. Алюминиевые заводы России работают на глиноземе, получаемом из традиционных бокситовых и частично нефелиновых руд. В Сибири расположены Братский, Красноярский, Иркутский, Саянский и Новокузнецкий алюминиевые заводы. Доля Иркутской области в производстве алюминия от общероссийского производства составляет 35%, но в связи с тем, что весь глинозем привозной, она не имеет для обеспечения своих заводов собственных, подготовленных для освоения сырьевых баз [1].

Одним из возможных вариантов обеспечения потребностей алюминиевых заводов Восточной Сибири в глиноземе и его разумного экспорта является использование глиноземсодержащего сырья Республики Бурятия – Боксонских бокситов, нефелиновых руд Мухальского месторождения и огромных по запасам и уникальных по содержанию калия алюмосиликатных пород – сынныритов. Это позволило бы не завозить сырье с Урала и импортировать из-за границы, что значительно снизит стоимость выпускаемого первичного алюминия.

Материалы и методы исследования

Объектами данного исследования являлись бокситы центральной части Боксонского месторождения, нефелиновые руды Мухальского месторождения, алюмосиликатные породы – сынныриты, отобранные на Сыннырском (Республика Бурятия) и Сакунском (Забайкальский край) массивах нефелиновых сиенитов.

Рентгенофазовый анализ (РФА) исходных минералов проводили методом рентгеновской дифракции на дифрактометре D8 ADVANCE (Bruker AXS, Германия).

Химический состав исходных минералов определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрометре SOLAAR M6 (Thermo Electron, США) и фотоколориметрическим методом на спектрофотометре ПЭ–5300В.

Кристаллооптическим (минералографическим) методом устанавливался минеральный состав пробы бокситов и сынныритов.

Результаты исследования и их обсуждение

К традиционным глиноземным месторождениям относятся бокситовые руды. Ресурсный потенциал бокситов Сибири оценивается более, чем в 570 млн т, из которых балансовых запасов – 144,9 млн т, забалансовых – 143,3 млн т, прогнозных ресурсов категорий P_1, P_2 и P_3 – 291,0 млн т.

Наиболее крупные забалансовые запасы бокситов разведаны в Восточном Саяне в Республике Бурятия – 128,9 млн т низкосортных бокситов Боксонского месторождения, расположенного в 150–200 км от Транссибирской железнодорожной магистрали. На Боксонском месторождении распространен мелкий карст и преобладают раннепалеозойские осадочные бокситы, преимущественно лагунные. Рудное тело приурочено к карбонатной свите и представлено пластовой залежью, залегающей на неровной поверхности рифогенных, водорослевых или слоистых доломитов [2]. Среднее содержание Al_2O_3 – 41–43 %, максимальная мощность пласта 25–30 м. В последние годы перспективы месторождения расширяются с нахождением свалов бокситов в окрестностях Боксонского месторождения.

Минеральный состав бокситов представлен в табл. 1, в пробе руды преобладают бемит (23,79 % Al_2O_3), диаспор (12,35 % Al_2O_3). Наряду с глиноземсодержащими минералами бокситы содержат слюдистые минералы и продукты их выветривания.

Большая часть слюдистого материала относится к слюде мусковитного типа – иллиту (17,8 %). В акцессорной зависимости к хлоритам в пробе присутствует титановый минерал – сфен (2,16 % TiO_2). Красный цвет бокситу придает гематит (Fe_2O_3 20,80 %).

Красные бокситы Боксонского месторождения характеризуются как бемит-диаспоровые и, как видно из рис. 1, на рентгенограмме образца присутствуют линии основных составляющих руды – бемита и гематита.

Для определения относительной плотности исходной руды использовали материал крупности 0,5 мм. Расчетная физическая величина относительной плотности бокситовой руды составила 2,55 г/см^3. Силикатный модуль (соотношение Al_2O_3 / SiO_2) равен 2,36.

По данным спектрального, химического составов (табл. 2, 3) и силикатному модулю пробы исследованного образца бокситов относятся к типичным высококремнистым железистым бокситам. Общее содержание серы в бокситах составляет 0,07 %.

Таблица 1

Минеральный состав красных бокситов

Минерал	Содержание, %	Минерал	Содержание, %	Минерал	Содержание, %
Иллит	17,80	Пирофиллит	1,10	Халькопирит	0,037
Алунит	0,38	Апатит	0,98	Гюбнерит	0,07
Мелантерит	0,52	Диаспор	12,35	Пирит	0,65
Пироксен	3,40	Бемит	23,79	Сфен	5,29
Маргарит	1,50	Каолинит	8,04	Оксиды железа	20,80
Монтмориллонит	1,10	Галенит	0,015	Сумма	100,00
Хлорит	2,15	Сфалерит	0,03		

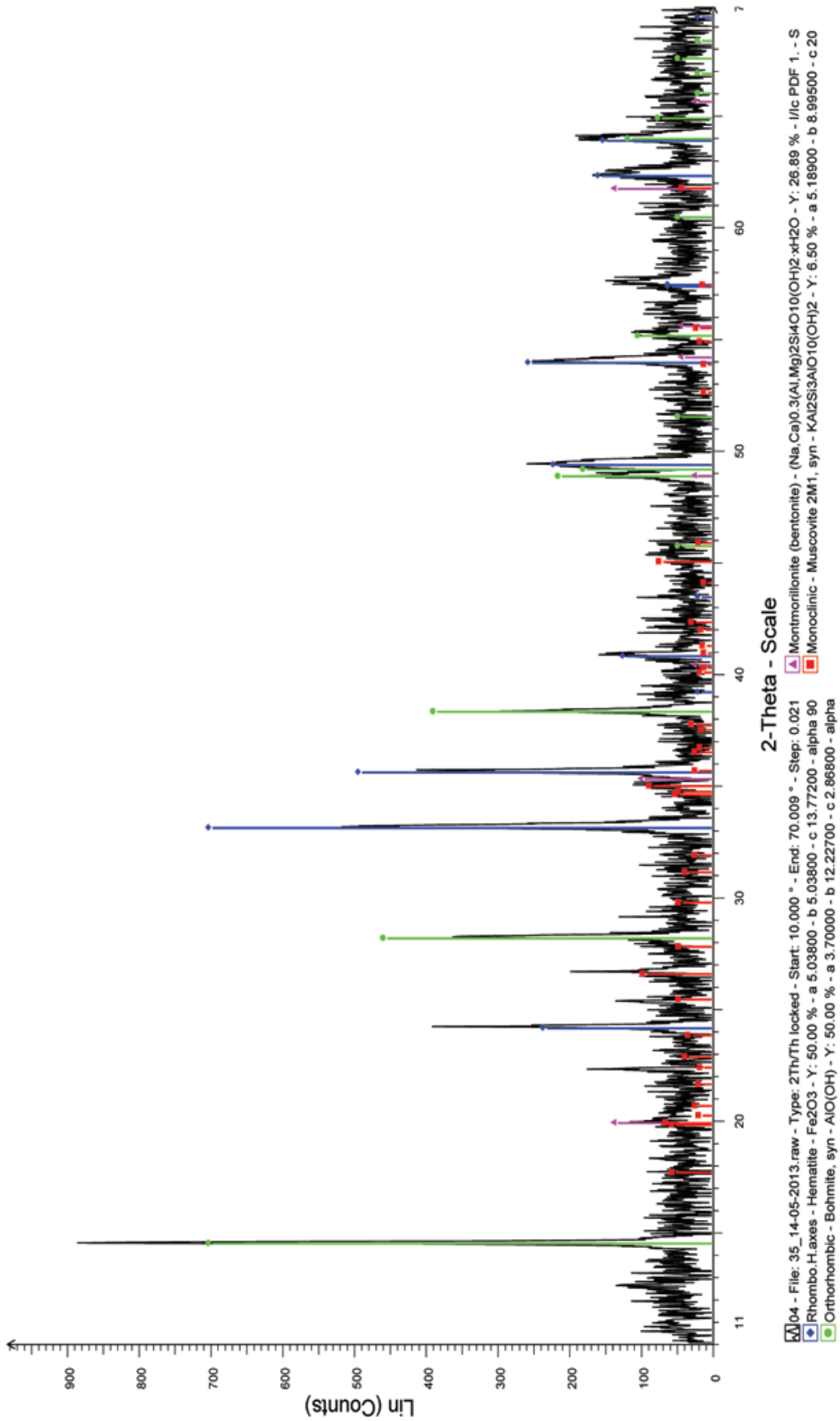


Рис. 1. Рентгенограмма пробы боксита Боксонского месторождения

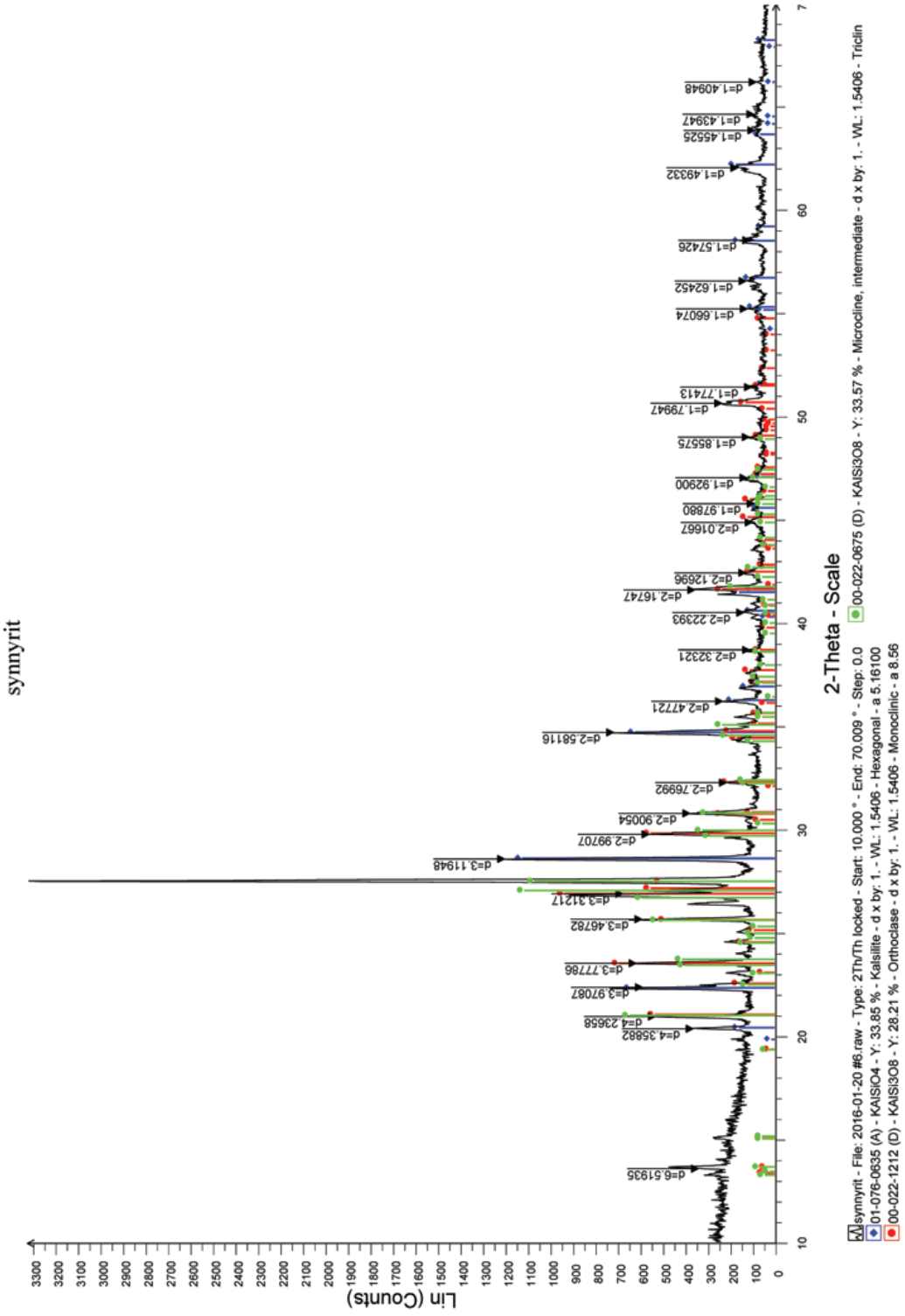


Рис. 2. Рентгенограмма пробы сыннырита Калюмного месторождения

Таблица 2

Спектральный состав красных бокситов

Химический элемент	Содержание, вес., %	Химический элемент	Содержание, вес., %	Химический элемент	Содержание, вес.,%
O	48,41	K	0,99	Fe	17,75
Na	0,50	Ca	0,22	Ni	0,09
Mg	0,33	Ti	1,09	Cu	1,27
Al	19,78	Cr	0,17	Zn	1,13
Si	8,08	Mn	0,20	Итого	100

Таблица 3

Химический состав бокситов Боксонского месторождения

Содержание, мас.%												
SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	SO_2	п.п.	сумма
18,07	2,16	42,58	21,34	0,44	0,02	0,63	2,28	0,93	0,93	0,6	9,41	99,39

Боксонские бокситы также подвергались технологическим исследованиям. Авторами работы [3] исследованы возможности механической активации низкокачественных бокситовых руд Боксонского месторождения для извлечения глинозема. Установлено, что эффективное кислотное вскрытие происходит в результате сочетания механической активации и кислотной обработки активированного продукта. Предложен двухстадийный метод разложения бокситов. В работе [4] исследована возможность выщелачивания гидроксида алюминия из боксита щелочными растворами.

Вторым по значению после бокситов видом алюминиевого сырья являются нефелиновые руды, при переработке которых можно получать не только глинозем, но и другие ценные продукты. В Республике Бурятия высокую промышленную ценность представляют разведанные запасы нефелиновых руд Мухальского месторождения. По химическому составу и технологическим свойствам уртиты (26–29 % Al_2O_3) и ийолит-уртиты (20–25 % Al_2O_3) соответствуют нефелиновым рудам Кия-Шалтырского месторождения, на котором работает Ачинский глиноземный завод в Красноярском крае, однако по запасам они превышают Кия-Шалтырское более чем в 3 раза. В целом по месторождению запасы, включая прогнозные, оцениваются в 882 млн т. Большие запасы, высокое качество руд и незначительная отдаленность от Озерного рудного узла создают благоприятные условия для создания в Забайкалье нового центра минерально-сырьевой базы глиноземной промышленности на основе разработки нефелиновых руд Мухальского месторождения и расположенных в 25 км западнее Нижне-Бурульзайского и других массивов нефелинсодержащих пород (Инолоктинский, Гулхенский и др.). Месторождение сложено уртитами и ийолит-уртитами. Вмещающими являются осадочные и интрузивные породы, скрытые под покровом неогеновых базальтов. Химический состав уртитов Мухальского месторождения следующий, вес.%: 26,8–29,1 $A1_2O_3$; 37,3–41,8 SiO_2; 0,7–3,4 Fe_2O_3; 1,4–2,7 FeO; 6,2–13,1 CaO; 7,9–13,2 Na_2O; 2,8–5,5 K_2O; 0,1–0,7 TiO_2; 0,1–5,8 п.п.п. Особенностью химического состава является относительно высокое содержание в них галлия 16–20 г/т. Также строительству Мухальского глиноземного комбината благоприятствует наличие в 12 км высококачественных флюсовых известняков Сириктинского месторождения [5]. Институтами ВАМИ и «Гипроникель» составлено ТЭО строительства глиноземного комбината по производству глинозема, кальцинированной соды, калийфосфорных удобрений и цемента.

Перспективным нетрадиционным комплексным сырьем для развития алюминиевой отрасли, агропромышленного комплекса страны являются уникальные по содержанию калия (K_2O 19–21 %) алюмосиликатные породы – сыннырит. Они были обнаружены в Сыннырском (Республика Бурятия) и Сакунском (Забайкальский край) массивах нефелиновых сиенитов в начале 1960-х гг. В Сыннырском массиве выделены три крупных участка – Калюмный, Трехглавый и Верхнеушмунский. Каждый из них можно рассматривать как самостоятельное месторождение. Ресурсные запасы на Калюмном участке оценены в 2150 млн т руды; на Трехглавом – 300 млн т руды; на Верхнеушмунском – 150 млн т руды. Глав-

ными породообразующими минералами сынныритов являются калиевый полевой шпат (50–65 %) и природная калиевая разновидность нефелина – кальсилит (20–34 %), который довольно часто встречается в вулканических и интрузивных щелочных породах, но нигде, за исключением Сыннырского и Сакунского массивов, не образует значительных скоплений [6]. По данным проведенного рентгенофазового анализа (рис. 2) основными минеральными фазами сыннырита являются микроклин ($K_2Al_2Si_6O_{16}$), ортоклаз ($K_2Al_2Si_6O_{16}$) и кальсилит ($K_2Al_2Si_2O_8$). По данным химического анализа исследуемой пробы сыннырита из Калюмного участка основными химическими составляющими являются, в %: SiO_2 – 51,86; Al_2O_3 – 22,50; K_2O – 19,16; содержание других компонентов небольшое (Fe_2O_3 – 2,60; P_2O_5 – 1,92; Na_2O – 1,00; CaO – 0,14; MgO – 0,11; TiO_2 – 0,09).

Многолетние агрохимические испытания дробленого сыннырита показали, что последний действует как бесхлорное калийное удобрение [7–8]. Однако перевозка его для агротехнических целей неэкономична из-за низкой доли активного компонента (6,25 %) в сырье. В связи с этим возникает необходимость в проведении исследований по повышению качества этих удобрений за счет увеличения количества усвояемого калия. В зарубежных изданиях встречаются работы, где в качестве бесхлорных калийсодержащих удобрений используются калиевые полевые шпаты, спеченные с соединениями кальция (фосфаты, сульфаты, карбонаты и оксид кальция). Результаты агрохимических исследований полученных смесей удобрений показали низкую эффективность из-за невысоких значений водо- и лимоннорастворимого калия [9].

Авторами разработаны физико-химические основы экологически чистых технологий получения калийсодержащих удобрений из сынныритов [10]. Первая технология основана на совместной механохимической активации сынныритов и окисленных бурых углей, а вторая – на получении (синтезе) искусственного лейцит-кальсилитового концентрата термохимическим обогащением с использованием в качестве добавки доломита ($CaMg(CO_3)_2$). В синтезированном концентрате доля лимоннорастворимой усваиваемой растениями формы калия выросла до 89 %. Измельченный сыннырит, искусственные кальсилит-лейцитовые концентраты, органоминеральное удобрение на основе сыннырита и окисленного бурого угля – это экологически чистые удобрения и агромелиоранты, обладающие пролонгированным действием и решают общие для сельского хозяйства проблемы – дефицит бесхлорных калийсодержащих удобрений и негативное воздействие на экологию, что имеет большое значение для условий Байкальского региона. Также минеральный состав сынныритов позволяет при их глубокой комплексной переработке получать чистые соли калия, глинозем и аморфный кремнезем.

Выводы

Таким образом, на сегодняшний день из алюминийсодержащих руд Бурятии только нефелиновые руды Мухальского месторождения и ультракалиевые алюмосиликатные породы Сыннырского массива могут рассматриваться как сырьевая база глиноземной промышленности России. Минеральный состав данных руд позволяет при их комплексной переработке организовать безотходное производство с извлечением всех ценных компонентов в товарные продукты (глинозем, содопродукты, калийсодержащие удобрения и цемент). Боксонские бокситы из-за низкого качества и небольших запасов нельзя считать объектом для эксплуатации.

Список литературы

1. Сизяков В.М., Бажин В.Ю., Власов А.А. Состояние и перспективы развития производства алюминия // Металлург. 2010. № 7. С. 5–8.

2. Самойлов А.Г., Копылов А.В., Ломаев В.Г. Бокситы Сибири и возможность их использования для производства глинозема // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2006. № 5. С. 8–12.

3. Шумская Л.Г., Юсупов Т.С. Химическое обогащение низкокачественных бокситов на основе активационного измельчения. Ч. II: Кислотное вскрытие высококремнистых диаспор-бемитовых бокситов с извлечением алюминия в жидкую фазу // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2003. № 6. С. 97–103.

4. Бурцев А.В., Лайнер Ю.А., Горичев И.Г., Киприянов Н.А., Изотов А.Д. Исследование кинетики выщелачивания гидроксида алюминия, входящего в состав бокситов, щелочными растворами при атмосферном давлении // Металлы. 2011. № 6. С. 15–19.

5. Кислов Е.В. Бурятия богата и алюминиевой рудой // Наука в Сибири. Издание СО РАН. № 38 (2923) от 26 сентября 2013 г.

6. Архангельская В.В. Месторождения Сынныритов России // Разведка и охрана недр. 2014. № 6. С. 20–24.

7. Manning D.A.C. Mineral sources of potassium for plant nutrition: a review // Agronomy for Sustainable Development (Agr. Sustainable Dev.). 2010. Vol. 30 (2). P. 281–294.

8. Santos W.O., Mattiello E.M., Costa L.M., Abrahao W.A.P., Novais R.F., Cantarutti R.B. Production and evaluation of potassium fertilizers from silicate rock. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2016. Vol. 179. P. 547–556.

9. Zhang Yi. et. al. Low temperature synthesis of high purity leucite // Materials Letters. 2006. Vol. 60. P. 2819–2823.

10. Будаева А.Д., Антропова И.Г., Алексеева Е.Н., Хомоксонова Д.П. Получение органоминеральных удобрений из отходов угледобычи и минерального сырья // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 12 (66). Ч 3. С. 85–88.

УДК 338.43:314(571.13)

ДЕМОГРАФИЯ КАК ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И УРОВНЯ ЖИЗНИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Голова Е.Е., Гончаренко Л.Н., Блинов О.А.

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет», Омск, e-mail: ee.golova@omgau.org

В статье рассмотрены теоретические вопросы демографического подхода к оценке качества и уровня жизни как одного из главных критериев, изучены различные подходы по данному вопросу как в прошлом, так и у современных ученых, а также обоснована необходимость развития методологических и методических аспектов статистического и экономического наблюдения за демографическими процессами населения. Поднят вопрос о недостаточности изученности проблемы демографического подхода к оценке и уровню жизни относительно сельского населения, что затрудняет проведение полноценного анализа данной категории населения как наиболее уязвимой категории населения страны. Представлены статистические данные относительно сельского населения Омской области как за промежуток с 2011 по 2017 г., так и по итогам 2017 г. по таким показателям, как естественная убыль, рождаемость, смертность, численность трудоспособного населения и т.д., на основании которых сделаны выводы. По итогам статьи сделано заключение, обосновывающее необходимость дальнейших исследований в области демографического подхода к оценке качества и уровня жизни сельского населения и разработки новых научно обоснованных методик, посвященных данному вопросу с учетом современных требований.

Ключевые слова: демография, качество и уровень жизни, показатели

DEMOGRAPHICS AS THE PRIMARY CRITERION FOR ASSESSING THE QUALITY AND STANDARD OF LIVING OF THE RURAL POPULATION (ON THE EXAMPLE OF OMSK REGION)

Golova E.E., Goncharenko L.N., Blinov O.A.

Federal Public Budgetary Educational Institution of the Higher Education Omsk State Agricultural University, Omsk, e-mail: ee.golova@omgau.org

The article deals with the theoretical issues of the demographic approach to assessing the quality and standard of living as one of the main criteria, studied various approaches to this issue both in the past and in modern scientists, and justified the need for the development of methodological and methodological aspects of statistical and economic monitoring of demographic processes of the population. The issue of insufficiency of the study of the problem of demographic approach to the assessment and the loss of life relative to the rural population is raised, which makes it difficult to conduct a full analysis of this category of the population as the most vulnerable category of the country's population. The article presents statistical data on the rural population of Omsk region for the period from 2011 to 2017, and at the end of 2017 on such indicators as: natural decline, fertility, mortality, the number of able-bodied population, etc., on the basis of which conclusions are made. As a result of the article the conclusion is made, justifying the need for further research in the field of demographic approach to assessing the quality and standard of living of the rural population and the development of new evidence-based methods on this issue, taking into account modern requirements.

Keywords: demography, quality and standard of living, indicators

В современной Росси люди в подавляющем большинстве проживают в городах. В дореволюционные годы в нашей стране сельское население было подавляющим, однако ситуация впоследствии изменилась и вплоть до 1990-х гг. происходил рост городского населения. Еще до 1913 г. удельный вес горожан был всего лишь 20%, а уже в 1980-е гг. этот процент вырос до 70%, а к девяностым вырос по сравнению с восьмидесятыми на 4%. Такие тенденции объяснялись перераспределением труда между отраслями, в частности между промышленностью, которая активно развивалась и давала людям рабочие места, а значит, возможность жить и развиваться в желаемом направлении, и сельским хозяйством. Другой причиной стало преобразование отдельных сельских поселений в городские в связи с притоком людей и их территориальным расширением. И совсем незначительный прирост наблюдался за счет воспроизводственных процессов, которые были незначительны у городского населения в прошлом веке. Картина значительно изменилась впервые за годы прошлого столетия после кризиса девяностых годов, когда городское население вдруг начало сокращаться. Эти изменения были незначительны, но стабильны, так за период с 1991 г. по 1995 г. это уменьшение достигло 1 млн 662 тыс. человек. Общая доля городского населения снизилась незначительно на 3%, и ситуация поменялась

лишь к началу двухтысячных, когда доля городского населения вновь выросла до прежних величин. Однако, даже в настоящее время четких границ между сельскими жителями и городскими не существует, кроме численности поселений, в которых они проживают. В качестве основного критерия для определения этих поселений чаще всего выступает их численность. Существует мнение, что еще одним отличием для сельских поселений является малоэтажное строительство, а также занятие домашним сельским хозяйством, что позволяет людям кормить себя и зарабатывать продажей продукции собственного производства, и, к сожалению, низким уровнем развития инфраструктуры, жизненные ценности и нормы, зависимость от природных условий, наличие сельского совета и т.д. Таким образом, оценка развития сельского населения с демографической точки зрения предпринималась на протяжении многих лет и подтверждением тому служат и наличие статистических данных, и научные труды многих известных ученых: В.И. Переведенцева, А.Г. Вишневского, Р.И. Сифман, С.А. Новосельского, среди современных ученых можно отметить В.Л. Шабанова, В.Н. Бобкову, В.И. Гурьева, И.И. Дмитричева, В.М. Жеребина.

Таким образом, целью данной статьи является обобщение и систематизация демографических подходов к оценке качества и уровня жизни сельского населения через систему показателей.

Результаты исследования и их обсуждение

Слово «демография» происходит от двух греческих слов: «демос» – народ и «графо» – писать, поэтому перевести его можно как народоописание. В современном понимании данный термин понимается как наука о воспроизводстве населения и закономерностях его формирования. Произошедшие изменения в жизни городского и сельского населения повлекли за собой и попытки поменять теоретические и практические аспекты демографического подхода в статистике. Так, начиная с 1997 г. в практике российской статистики начался переход к актуальным на сегодня методологическим принципам, которые уже использовались во многих странах Америки и Европы. Были предприняты попытки описать систему показателей, которые бы позволили описать и оценить качество и уровень жизни населения. Однако несомненным недостатком данной попытки стало отсутствие группировки показателей в разрезе городского и сельского населения, что вызывает серьезные затруднения для полноценного анализа уровня жизни сельских поселений, хотя в настоящее время растет потребность именно в наличии научно обоснованных показателей и расчетов, которые бы позволили оценить с достаточной долей достоверности уровень и качество жизни сельского населения как наиболее уязвимой категории населения.

Многие исследования, посвященные теме оценки уровня и качества жизни, затрагивают тему демографии. По отношению к сельскому населению такая постановка вопроса также актуальна, поскольку демография является одним из главных системных факторов сельской действительности (97%).

Критерий «демография» присутствует в различных методиках оценки качества и уровня жизни сельского населения. Так, комплексная система показателей уровня жизни была разработана ООН в 1978 г., где отмечена группа показателей «демографические характеристики населения». На 29 сессии Статистической комиссии ООН в феврале 1997 г. был утвержден минимальный набор национальных данных социальной статистики, рекомендованных Рабочей группой по международным статистическим программам и координации Экономического и социального совета ООН, куда вошли показатели численности населения по возрастам, смертность детская и материнская и т.д. Росстат разработал систему показателей, отражающих возможности оценки уровня жизни на современном этапе и дающих возможность сопоставить уровень жизни населения России с другими странами, куда вошел такой раздел, как интегральные индикаторы, включающий в том числе и демографические показатели.

Рассмотрим демографические показатели на примере Омской области как объекта исследования. Омская область – уникальный регион с природно-климатическими условиями, в котором находятся прекрасные по совей красоте озера, ландшафты, лечебные источники. Природные условия Омской области благоприятны для проживания относительно таких регионов, как Дельний Восток и более обширные территории Сибири.

Демографические показатели включают темпы изменения численности сельского населения, продолжительность жизни, людность сельских поселений, показатели миграции населения [1].

Численность жителей Омской области на начало 2018 г. – 1960,1 тыс. человек. Более половины населения области (59,8% или 1172,0 тыс. человек) проживали в городе Омске. За 2017 г. численность населения Омской области уменьшилась на 12,6 тыс. человек, при этом сократилось число жителей муниципальных районов – на 6,2 тыс.

человек. Всего из-за границы в Омскую область прибыло 8,8 тыс. человек, выбыло 7,6 тыс. человек. Большинство мигрантов прибыли из Казахстана (73 %) и других стран СНГ. Около половины жителей Казахстана остаются жить в сельской местности. Можно предположить, что в связи с введением упрощенного порядка получения гражданства РФ, которое было утверждено Федеральным законом «О гражданстве Российской Федерации» от 31.05.2002 г. № 62-ФЗ может несколько повыситься число прибывших из Казахстана, тем более что Омская область в силу нахождения на границе с Республикой Казахстан в принципе является популярной для переезда жителей северных регионов Казахстана.

По состоянию на 01.01.2018 г. сельского населения Омской области числится 535 749 человек, против 1 424 332 человек городского. Анализируя миграционный прирост сельского населения, можно отметить несомненную убыль (рис. 1). Линия тренда показывает, что с 2011 г. фиксируется несомненное снижение сельского насления в Омской области и с каждым годом эта ситуация ухудшается. Так, уже в 2017 г. пик миграции сельских жителей достиг своего максимума и составил 9853 чел. в год. Среди всего населения, покидающего Омскую область в 2017 г., подавляющее большинство (2292 чел.) люди с высшим образованием, среднее общее – 809 чел., люди с неполным высшим – 668 чел. Большая часть населения, а это 80 %, покидает Омскую область в трудоспособном возрасте [2].

Если рассмотреть численность населения на 01.01.2018 г. по муниципальным образованиям, то наибольшую численность можно отметить в таких районах Омской области, как Омский муниципальный район – 98 902., Азовский немецкий национальный муниципальный район – 25 341 чел., Любинский муниципальный район – 22 420 чел., Москаленский муниципальный район – 19 001 чел., Марьяновский муниципальный район – 18 823 чел., Черлакский муниципальный район – 18 222 чел., Одесский муниципальный район – 17 659 чел., Калачинский муниципальный район – 16 884 чел., Большереченский муниципальный район – 15 069 чел. Наиболее малочисленные районы: Оконешниковский муниципальный район – 8 580 чел., Крутинский муниципальный район – 8 516 чел., Большеуковский муниципальный район – 7 249 чел., Тевризский муниципальный район – 7 253 чел. [2].

Таблица 1

Численность населения Омской области (на начало года; тысяч человек)

Показатель	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Численность населения – всего, тыс. человек	1987,7	1984,0	1976,6	1974,8	1974,0	1973,9	1978,2	1978,5	1972,7	1960,1
в том числе:										
городское	1414,5	1413,3	1413,0	1414,4	1416,6	1420,1	1427,7	1431,8	1431,5	1424,3
сельское	573,2	570,7	563,6	560,4	557,4	553,8	550,5	546,7	541,2	535,8

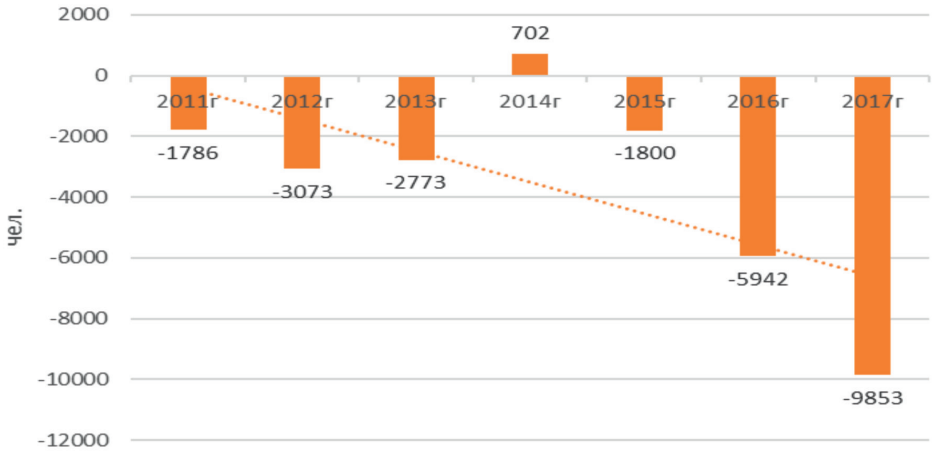


Рис. 1. Динамика миграционного прироста, убыли (–) в Омской области за 2011–2017 гг.

Таблица 2

Естественное движение населения Омской области (человек)

Показатель	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Родившиеся	26782	29503	29072	29761	28526	26310	22606
Умершие	26736	27265	26408	26156	26443	26152	25354
Естественный прирост, убыль (–) населения	46	2238	2664	3605	2083	158	–2748
На 1000 человек населения:							
Родившиеся	13,6	14,9	14,7	15,1	14,4	13,3	11,5
Умершие	13,5	13,8	13,4	13,2	13,4	13,2	12,9
Естественный прирост, убыль (–) населения	0,1	1,1	1,3	1,9	1,0	0,1	–1,4

Таблица 3

Распределение численности сельского населения Омской области по полу и отдельным возрастным группам на 1 января 2018 г. (человек)

Показатель	0–4 лет	5–9 лет	10–14 лет	15–19 лет	20–24 лет	25–29 лет	30–34 лет	35–39 лет	40–44 лет	45–49 лет	50–54 лет	55–59 лет	60–64 лет	65–69 лет	70 лет и более
мужчины	20234	20730	17387	13566	15342	15650	19563	18362	17218	16166	18279	22528	18354	11839	13293
женщины	19470	19413	16139	13218	14544	12267	17102	18222	18331	16690	19290	24854	21794	16194	29710

Рис. 2. Распределение численности сельского населения Омской области по трудоспособности на 01.01.2018 г.

Формирование экономически активного населения напрямую зависит от половозрастной структуры населения,я поселения и от уровней рождаемости и смертности. Анализируя данные естественного движения сельского населения, можно отметить снижение динамики рождаемости за 2011–2017 гг. в целом на 4 176 чел. Однако данная ситуация ухудшилась лишь, начиная с 2015 г., когда начало отмечаться снижение рождаемости. Среди численности умерших не отмечено резких скачков и в целом за 2011–2017 гг. произошло даже снижение смертности на 1 382 чел., тем не менее общая картина снижения естественного прироста связана с сокращением рождаемости до величины смертности и ниже в 2017 г.

Как видно из табл. 3, численность мужского населения начиная с 40–44 лет становится меньше и в последующем продолжается снижение численности. Если говорить о распределении по трудоспособности, то в трудоспособном возрасте в сельской местности преобладают мужчины (рис. 2) на 121,3 %, а уже в возрасте старше трудоспособного снижается доля мужчин на 47 %.

Таким образом, анализируя данные Омскстата [2], можно сказать, что сельское население Омской области стремительно сокращается, снижается рождаемость, люди трудоспособного возраста предпочитают покидать сельские поселения. Отметим, что ситуация естественной убыли населения более характерна для северных районов Омской области, тогда как в районах, расположенных на одной широте с Омском и южнее его, ситуация гораздо лучше и там наблюдается естественный прирост населения. В лидерах по этому показателю Москаленский район: естественный прирост там составляет 0,36 % за первые девять месяцев этого года. На втором месте (с самыми высокими показателями рождаемости) Русско-Полянский район, естественный прирост населения равен 0,24 %. Благоприятная ситуация наблюдается в Исилькульском, Азовском немецком национальном и Марьяновском районах. Естественный прирост населения там равен 0,23 %, 0,21 % и 0,2 % соответственно [3]. По итогам 2017 г., по данным Росстата, Омская область заняла первое место по миграционной убыли в Сибири и второе по России [4].

Выводы

Проведенные исследования дают возможность говорить о необходимости дальнейших исследований в области демографического подхода как одного из критериев оценки качества и уровня жизни сельского населения, поскольку в настоящее время отсуствуют методические подходы относительно особенностей жизни сельских поселений. Большая часть трудностей вызвана отсуствием данных, которые предоставляют территориальные органы статистики [5]. Необходимо продолжать формировать научно обоснованные статистические показатели и частные критерии уровня жизни населения (с учетом возможности формирования необходимого объема статистической информации в разрезе муниципальных образований), что делает возможным качественный анализ и выявление тенденций и закономерностей в уровне жизни населения региона для принятия объективных управленческих решений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ. «Исследование системы показателей уровня и качества жизни сельского населения, позволяющей оценивать результаты социального раз-

вития сельских территорий Омской области», проект № 18-410-550024 р_а.

Список литературы

1. Капелюк С.Д. Статистическое исследование показателей уровня жизни сельского населения: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.12. Новосибирск, 2006. 223 с.

2. Официальная статистика: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Омской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://omsk.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/omsk/ru/statistics/population/ (дата обращения: 06.11.2018).

3. Сахно В. Каким районам Омской области грозит «вымирание» // ИА «ОмскЗдесь».2018. 28.10.2018 г. URL: https://omskzdes.ru/society/42395.html (дата обращения: 07.11.2018).

4. Ляпистова Т. Омская область заняла первое место по миграционной убыли в Сибири и второе по России // Коммерческие вести. 2018. № 42. URL: http://kvnews.ru/news-feed/v-omskoy-oblasti-prodolzhaet-uhudshatsya-demograficheskaya-situatsiya (дата обращения: 07.11.2018).

5. Баландин Д.А. Социальная и демографическая ситуация в сельских поселениях // Вестник Удмуртского университета. 2012. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/v/sotsialnaya-i-demograficheskaya-situatsiya-v-selskih-poseleniyah (дата обращения: 07.11.2018).

УДК 821.512.154

О РОМАНЕ «ДЕХКАНЕ» КЫРГЫЗСКОГО ПИСАТЕЛЯ ШАБДАНБАЯ АБДЫРАМАНОВА

Абдыраманова А.Ш.

Бишкекский гуманитарный университет имени К. Карасаева, Бишкек, e-mail: a.abdyramanova@yandex.ru

В статье дан литературоведческий анализ романа «Дехкане», написанного одним из классиков кыргызской прозы Ш. Абдырамановым (1930–1998). Автор статьи, дочь писателя, представила в объективной форме историю восприятия произведения в момент его выхода в свет литературными критиками, это была вторая половина 1960-х гг. Писателя обвинили в том, что он «возвел сплетни на светлую жизнь» кыргызского села, что он неправильно осветил сельскохозяйственную политику КПСС. Сторонники романа оказались в меньшинстве. Это был первый роман в кыргызской литературе, где преобладал критический подход к изображению сельской жизни, в этом плане очевидна рецепционная параллель с творчеством русского прозаика Федора Абрамова. Многие показатели «русской деревенской прозы» нашли своеобразное отражение в кыргызском романе. Сам автор подчеркивал эту связь. Как было принято в таких случаях, роман был рекомендован к переработке. Новый вариант романа опубликован лишь через 10 лет, в течение которых дискуссия по роману не прекращалась. Данная статья написана с позиций сегодняшнего дня, представляя роман в новом свете, отмечая в нем качества, которые «всерьез и надолго». Это свидетельствует о ее научной новизне.

Ключевые слова: анализ литературного произведения, роман, «деревенская проза», политика КПСС, критический подход, реализм

ABOUT NOVEL «DEKHKANE» OF THE KYRGYZ WRITER SHABDANBAI ABDYRAMANOV

Abdyramanova A.Sh.

Bishkek Humanitarian University named after K. Karasaev, Bishkek, e-mail: a.abdyramanova@yandex.ru

A literary analysis of the novel «Dehkane», written by one of the classics of Kyrgyz prose Sh. Abdyramanov (1930-1998) is given. The author of article (indeed, she is his daughter) presented in an objective form the history of the perception of the work at the time of its first publication, this was the end of the 60s and the beginning of the 70s accordingly. The writer was accused of «spreading rumors about the bright life» of the ordinary Kyrgyz village, that he incorrectly illuminated the agricultural policy was be held by the CPSU. This was the first novel in Kyrgyz literature, where a critical approach to the depiction of rural life prevailed, in this respect, the receptive parallel with the work of the Russian prose writer Fedor Abramov is evident. This article is written from the positions of todays, presenting the novel in a new light, marking in it the qualities that are «seriously and for a long time». This is evidence of its scientific novelty.

Keywords: analysis of literary work, novel, «village prose», CPSU policy, critical approach, realism

В период Советского Союза (1922–1991) художественная литература в национальных республиках породила целый ряд выдающихся творцов. В их числе были один из основоположников кыргызской советской литературы поэт Аалы Токомбаев (Герой Социалистического Труда), прозаик Тугелбай Сыдыкбеков (лауреат Сталинской премии). В их числе был и писатель мирового уровня Чингиз Айтматов (Герой Социалистического Труда, Герой Кыргызской Республики, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР). В довоенный период в республике шел процесс освоения жанров профессиональной литературы в сфере поэзии, прозы и драматургии, также осваивались азы литературной критики и литературоведения. Процесс этот шел, разумеется, в строгих рамках метода социалистического реализма, критерии которого были сформулированы в 1934 г. на первом съезде советских писателей, куда были делегированы и представители кыргызской национальной литературы. В послевоенную эпоху появились произведения уже иного качественного уровня, с иными подходами к отражению реальной жизни. Они уже не укладывались в рамки соцреализма, по причине чего становились предметом жестких обсуждений на партийных собраниях, после чего, естественно, на авторов обрушивался шквал критики в партийно-советской прессе. Прекращали выпуск таких произведений в журналах и издательствах. Имели место случаи, когда снимали из журнальных номеров продолжения произведения, так произошло с первой повестью Чингиза Айтматова «Джамиля» (в 1958 г.). С романом «Дехкане» Шабданбая Абдыраманова «расправились» сразу после опубликования журнального варианта на кыргызском языке.

Проанализировать причины негативного восприятия официальным литературоведением романа «Дыйкандар» Ш. Абдыраманова (1930–1998) одного из маститых представите-

лей кыргызской литературы, автора нескольких романов, наиболее проблемным из которых стал упомянутый роман, опубликованный на кыргызском в 1968 [1]. В русском переводе вышел в 1987 под названием «Дехкане» [2]. Выход романа вызвал широкую дискуссию в литературных и читательских кругах, стал самым обсуждаемым в творчестве писателя. Критики заявили, что «роман не соответствует названию», что писатель не смог показать положительные стороны жизни дехкан, что отражены сплошные недостатки и нет силы, способной устранить их, что имеются такие выражения, как «колхозная демократия была растоптана», «у кого власть, у того и демократия». Сделали вывод, что он «возвел сплетни на нашу светлую жизнь» [3, с. 176]. Автора обвиняли в искажении правды социалистической жизни, в неправильном освещении сельскохозяйственной политики КПСС. Обсудили роман на городском, областном, республиканском уровнях, запретили к изданию, настоятельно рекомендовали переработать. Главный редактор журнала «Ала-Тоо» Т. Касымбеков получил строгий выговор, а автора сняли с должности ответсекретаря Ошского областного отделения Союза писателей Киргизии . Долгий период безработицы (8 лет), случайные заработки усложнили жизнь семьи (жена и четверо детей). И в 1977 г. он переехал в столицу.

Время «брежневского застоя», ужесточение цензуры, свёртывание «свободы слова», преследования и гонения за инакомыслие. Дискуссия по роману «Дехкане» продолжалась не один десяток лет, новая волна интереса была связана с изменениями в общественной жизни – приближался развал советского государства. Автор и сам включается в дискуссию, написав ряд статей в плане полемики с критиками.

Сегодня понятно, что реакция на роман не могла быть иной, посягательство на критику социализма и социалистического общества не допускалось в советской литературе. «История романа показывает, что над художественно-литературной мыслью 1970–1980-х гг. довлело схоластическое понимание марксистско-ленинской идеологии, где литературные критики придерживались мнения о том, что советская литература не должна изображать теневые стороны экономики» [4, с. 85]. Краткая литературная энциклопедия советского времени состояла из 9 томов, и девятый том был знаменит тем, что сюда вошли статьи о писателях, которые первоначально были исключены из списка по идеологическим соображениям. Именно потому здесь мы находим статью о писателе Шабданбае Абдыраманове [5]. В новой версии кыргызской литературной энциклопедии (2009) о его романе говорится: «Это произведение через художественные образы убедительно показывает неправомерности, нарушение законов в сельском хозяйстве во времена социализма» [6, с. 18].

Это был первый роман в кыргызской романистике, в котором превалировал критический подход к изображению сельской жизни. Писатель открыто показал действительность. Всё, что описано в романе, существовало в реальности, это была нелицеприятная правда в духе Федора Абрамова, призывавшего отказаться от лакировки действительности, писать «только правду – прямую и нелицеприятную». Сторонники романа видели заслугу кыргызского прозаика в честном отражении социалистической действительности, в том, что он поднял вопрос о прямом вмешательстве в работу дехкан некомпетентных партийных работников, что труженники сами должны быть хозяевами земли. Этот роман создавался одновременно с «деревенской прозой» в русской литературе. Сложности восприятия его в той или иной мере связаны с номадическим мировидением.

Следует пояснить, что мы тут имеем в виду. Отношение к земле и земледелию отличается у северных и южных кыргызов, в силу исторических обстоятельств первые в большей мере занимались кочевым скотоводством, то есть большая часть населения кочевала, занимаясь земледелием по необходимости (отсутствие скота, бедность, джут). В отличие от них южные кыргызы жили в Ферганской долине, создающей благоприятные условия для земледелия, они занимались обработкой земли, а разведение скота для них было подспорьем в хозяйстве (полукочевое, отгонное скотоводство). Отношение южан к земле и земледелию было животрепещущим, что ближе к русскому пониманию.

Писатели-деревенщики показали сельского жителя, оторванного от духовных корней, показали молодежь, устремленную в город, они отвергли прежние ценности как устаревшие, но в городскую среду не вписались, потеряв свою сущность (рассказы В. Шукшина). Писатели отразили уход деревни в небытие, при том, что Россия до середины XX в. оставалась сугубо аграрной страной. «Деревенская проза» отличается особенным вниманием к вопросам нравственности, к взаимоотношениям человека и природы, отличается глубоким психологизмом.

В романе Абдыраманова критически рассматривается нелегкая судьба кыргызских крестьян периода зрелого социализма (1950–1960-х гг.). Мировидение автора, 30 лет прожившего в селе, очень близко по-

ниманию русских «писателей-деревенщиков». Писатель вкладывает в уста одного из героев романа образное сравнение. «Мы стали не мужем земли, а ее любовником». Писатель отмечает «если это жена, то ее нужно одевать-обувать, обеспечивать питанием и топливом на зиму, а к любовнице можно пойти и провести время. Так не должно продолжаться. Например, взять Б. Можаева или В. Тендрякова, которые пишут о тоске по земле, мечтах о ее будущем. Вот они сподвигли меня на написание романа» [7, с. 9].

Роман начинается с приезда молодого экономиста (его зовут Садык) в прославленный колхоз с целью поработать и изучить опыт председателя, а потом написать дисертацию. Знакомство с проблемами селян, методами руководства председателя, который придерживается строгой дисциплины, доходящей до жестокости, он требует беспрекословного подчинения, при этом поощряет приписки и разворовывает имущество. Садык отстаивает справедливость, разоблачая деятельность председателя. Для разрешения конфликта он обращается к партийному руководству (колхозному, районному, затем областному), но поддержки не находит. Председатель Балтабаев, заручившись поддержкой функционеров, использует совсем другие рычаги – запугивание, подкуп, оговор. Он добивается заключения Садыка в тюрьму.

Вопрос решился на республиканском уровне, но герой слишком долго ждал справедливости от советской власти, он умер в тюрьме от разрыва сердца. Таково содержание романа в первозданном виде. А в переработанном варианте главный герой остается в живых, справедливость как бы восторжествовала. «Умерший в тюрьме Садык, не сумев донести до сведения властьимущих темные дела своих противников, добиться справедливости, в исправленном варианте остается в живых, побеждает всех отрицательных персонажей своих врагов и оказывается руководителем ведущего хозяйства [8]. Надо сказать, что в кыргызской советской литературе нередко практиковались такие «переработки», авторы их исполняли под давлением партийной власти и семейных обстоятельств. Но при этом оставался оригинал в уже опубликованном виде, оставался как первоисточник.

В тексте журнального варианта о приписках и способах достижения победы в соцсоревновании сказано так: «Ты поехала в совхоз «Достук», чтобы довести план до 200%. Пять-шесть дней сидела в гостинице, потому что их комбайны были заняты. Потом им надоело, и они написали тебе справку, что ты собрала 40 тонн» [1, с. 92]. Председатель хвалится, что план по молоку будет перевыполнен, а передовые доярки живут в условиях нищеты. Вот описание. «В доме была всего одна комната, стены из глины, вероятно, здесь когда-то держали скот, в глубине комнаты отверстие для выбрасывания навоза, прикрытое инструментом. Обе стороны окна закрыты сложенными вдвое газетами. На землю постелена солома, на нее постелена дерюга» [1, с. 37].

Садык наблюдает за ручным посевом хлопчатника, технология нарушена, на вопрос, почему так происходит, председатель отвечает, что надо закончить сев за пять дней, что таково задание сверху. «Когда во всей области объявили компанию закончить посев за пять дней, разве можем мы всех удерживать, должна быть у нас цель быть впереди всех, или нет», – вот такое у него кредо [1, с. 50–51]. О совершенном незнании технологии выращивания хлопчатника свидетельствует случай, когда партократ приказал так часто поливать хлопок, что тот вырос под два метра в высоту, а урожая как не бывало.

О методах управы над непокорными свидетельствует судьба Шалпыка. Десять лет он помогал старшему чабану Аттокуру выполнять план – «за два года вырастить 401 ягнена от 200 овец», то есть отдавал ему часть своих ягнят, а сам числился в отстающих. Жена Шалпыка тяжело заболела, и он решил стать самостоятельным. Отказ работать в прежнем порядке вызвал гнев председателя, ему запретили работать на хлопковом поле, конфисковали собранное сено, вывели из членов колхоза, несмотря на протесты сельчан. Председатель дал приказ разравнять бульдозером только что отстроенный дом. И все это для того, чтобы подавить волю труженника. Такими методами Балтабаев добивается своего. Шалпык вынужден подчиниться, потом умирает его жена, и вот тут лицемерный Балтабаев «совершает благодеяние» – выдает деньги на похороны. Вот как выглядит диалог.

– Выяснили чего не хватает? – Ээ, председатель, что думаете есть у него, когда он всегда вне дома, ничего нет. Даже пяти метров на саван не нашлось у этого темного человека дома. Был у него бычок, его и попросил зарезать. Остальное решится только с вами. Помолчал Балтабаев, потом во всеуслышание сказал. – Разве есть что-то тяжелее смерти, дадим все. – Правильно говорит председатель, потом из трудодней... – начал кто-то, но Балтабаев прервал его. – Не будет записано на Шалпыка, пусть кормит детей, если в хорошем и плохом не помогать, разве это не колхоз? – Верно, спасибо твоему отцу. Оказывается, ты молодец! – громко сказал старик из другого аила. Вслед за ним и другие стали высказываться. – Вот почему рас-

тет уважение к нему, не зря же он Балтабаев! Балтабаев все это слушает, но делает вид,что не слышит. – Ты, Тагай – говорит он главному инженеру. – Пошли три машины за родственниками, часа в 4 выйдем на кладбище, надо им успеть в этому времени. Потом председатель добавил. – Вот когда нужны родственники, скажите, где еще есть такое» [1, с. 76]. Все слова и действия Балтабаева направлены на то, чтобы произвести впечатление. Не случайно, что слова похвалы слышатся от старика из другого села, местные не хвалят. И такое положение исправить невозможно, это типично, о чем и говорит судьба персонажей.

Есть мотив воспоминаний. Старик Минбай рассказывает о земельных проблемах дореволюционного прошлого, когда аграрная политика Российской империи заключалась в том, чтобы обеспечить землей русских переселенцев, что приводило к фактам притеснения местного населения, что потом (в 1916 г.) вылилось в кыргызское восстание против русского царя. Установление советской власти, ленинский Декрет о земле дал кыргызским дехканам большие надежды, которые потом были разрушены коллективизацией, затем пришли хрущевские времена, когда даже личный огород нельзя было иметь, когда установили полный партийный диктат в земледелии.

Настало время объективного переосмысления романистики советского времени. Если в русском литературоведении этому уделяется много внимания, то у нас же картина другая «в науке о литературе по сей день сильно доминируют старые взгляды, из книги в книгу кочуют все те же характеристики и давно устаревшие формулировки» [9, с.516], добавим, все те же имена, что и в советское время. В результате исследования выявлены несколько причин неприятия романа: критический подход к изображению социалистической действительности и роли партийных лидеров различного уровня, обращение к нелицеприятным фактам истории, противоречащим политике «дружбы и братства народов» СССР. Примеры свидетельствуют о тяжелом, зависимом положении дехкан, о диктате, возведенном в закон, о некомпетентности партийных лидеров, о необходимости строго следовать догматическим установкам. Изображение тяжелой судьбы кыргызского крестьянства до установления власти Советов. В романе, обусловленном временем написания, есть, например, привычные схемы: отображение противостояния старых методов управления с новыми, несколько идеализированное изображение образа главного героя, эти моменты нашли отражение в исследованиях пропартийных литературоведов.

Заключение

Остались в истории реалии советской эпохи, о которых не знает молодое поколение, изменились неузнаваемо общественные отношения и ценностные ориентиры, но остались неизменными гуманистические принципы, воплощенные в произведении. В статье сделана попытка достоверного определения роли и значения романа Ш. Абдыраманова в развитии национального литературного процесса, в выявление сильных и слабых его сторон. Роман ценен правдивым отражением реалий своего времени, а потому реально может занять достойное место в национальном литературном процессе. Кроме того, это единственное в свое время произведение, соотносимое с проблемами русской «деревенской прозы». Роман «Дехкане» объединяет с «деревенской прозой» постановка и решение нравственно-философских и социальных вопросов, критический взгляд на действительность, вопросы сохранения духовного богатства и традиций, хранительницей которых является деревня (село). Писатели-деревенщики представили миру психологически достоверный и весьма убедительный образ простого труженика, умудренного жизненным опытом, носителя лучших нравственных качеств. Они говорят на том языке, который характерен для их региона, диалектизмы точны и неотразимы. Все это характерно и для кыргызского романа Шабданбая Абдыраманова, в центре которого убедительный образ старого земледельца Минбая, пользующегося всеобщим уважением. Он не сломлен жизнью. И сама эта жизнь держится на таких праведниках.

Список литературы

1. Абдыраманов Ш. Дехкане (Дыйкандар) Роман // Ала-Тоо. 1968. № 6. С. 21–98 (На кыргыз. яз.).

2. Абдыраманов Ш. Дехкане. Роман // Судьба земли предков: романы и рассказы / Пер. с кирг. С. Виленского, В. Цыбина. Фрунзе: Кыргызстан, 1987. 478 с.

3. Укаев К. Ливень из стихов. Литературно-критические статьи. (Ыр нөшөрү). Адабий сын макалалар. Фрунзе, Кыргызстан, 1982. 176 с. (На кыргыз. яз).

4. Садыгалиева А. К вопросу нравственной позиции автора (Роман Шабданбая Абдыраманова «Дыйкандар») // Кыргыз тили жана адабияты. 2011. № 18. 110 с.

5. Краткая литературная энциклопедия URL: http://feb-web.ru/feb/kle/kle-abc/ke9/ke9-0171.htm (дата обращения: 03.09.2018).

6. Кыргыз адабияты. Энциклопедиялык окуу куралы URL: http://cslnaskr.jet.kg/collections/uploads/enclpdia_%20kg_adabyat.pdf (дата обращения: 05.08.2018).

7. Орокчиев Т. Рассказы благородных. 3 книга (Асылдар баяны) 3 –китеп // Дехкане были оторваны от земли (Дыйкандар жерден бөлүнүп калган). Бишкек: Бийиктик, 2004. 152 с. (На кыргыз. яз.).

8. Шамшиев Б. Художественный мир Шабданбая аке (Шабданбай акенин көркөм ааламы) // Кыргызский язык и литература (Кыргыз тили жана адабияты). 2011. № 18. 110 с. (На кыргыз. яз.).

9. Ибраимов О. История кыргызской литературы XX века: учебник. 2-изд., доп. Бишкек, 2014. 544 с.

УДК 811.512.154

ДЕОНТИЧЕСКИЕ НОРМЫ КОММУНИКАТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ В КОНЦЕПТЕ «КОНОК» («ГОСТЬ») КИРГИЗСКОГО НАРОДА

[1]Камбаралиева У.Д., [2]Даба Э.Д.

[1]Американский университет в Центральной Азии, Бишкек, e-mail: u.kambaralieva@gmail.com;
[2]Международный университет Кыргызстана, Бишкек, e-mail: akbulut67@mail.ru

В статье рассматриваются деонтические нормы коммуникативного поведения, отражающие взаимоотношения представителей киргизской этнокультуры в процессе приема гостей или посещения других людей в качестве гостя. Концепт «конок» («гость»), который относится к общечеловеческим универсалиям, занимает одно из важных мест в когнитивном пространстве киргизского народа, поэтому им на протяжении многих веков была разработана целая совокупность правил, регулирующих коммуникативное поведение как гостя, так и хозяина. По труду В.И. Карасика, к деонтическим нормам относятся нормы, определяющие правила поведения отдельных индивидов и отражающие в своем содержании такие понятия, как обязательство, разрешение, норма, и они могут быть подразделены на восемь видов. В результате анализа выявлено, что деонтические нормы коммуникативного поведения фиксированы и наиболее ярко выражены в пословично-фразеологическом фонде киргизского народа. Эти нормы эксплицируют основы субъективного мировосприятия и взаимоотношения людей в социуме и являются результатом их совместной деятельности. Как показал метод верификации смыслов языковых единиц, все участники – носители киргизского языка знакомы – с пословицами и фразеологическими единицами, выражающими в своем содержании деонтические нормы, но не все употребляют их в своей жизни в силу различных факторов, к числу которых можно отнести социальные, психологические и другие.

Ключевые слова: концепт, коммуникативное поведение, деонтивные нормы, паремии, фразеологические единицы

DEONTICAL STANDARDS OF COMMUNICATIVE BEHAVIOR IN THE CONCEPT «KONOK» («GUEST») OF THE KYRGYZ PEOPLE

[1]Kambaralieva U.D., [2]Daba E.D.

[1]American University in Central Asia, Bishkek, e-mail: u.kambaralieva@gmail.com;
[2]International University of Kyrgyzstan, Bishkek, e-mail: akbulut67@mail.ru

The article deals with deontic norms of communicative behavior, reflecting the relationship of representatives of the Kyrgyz ethno culture in the process of receiving guests or visiting other people as a guest. The concept of «konok» («guest»), which belongs to humanity universals, occupies one of the important places in the cognitive space of the Kyrgyz people, that's why for them for many centuries a whole set of rules has been developed that regulate the communicative behavior of both the guest and the host. According to the work of V.I. Karasik, the deontic norms governing the rules of behavior of individual individuals and reflecting in their content such concepts as obligation, resolution and norm are the deontological norms and they can be divided into eight types. As a result of the analysis it was revealed that the deontological norms of communicative behavior are fixed and most pronounced in the proverbial phraseological fund of the Kyrgyz people. These norms explicate the basis of the subjective worldview and the relationships of people in society and are the result of their joint activities. As the method of verifying the meanings of linguistic units has shown, all participants – Kyrgyz speakers are familiar with proverbs and phraseological units expressing deontic norms in their content, but not all use them in their lives due to various factors, including social, psychological and other.

Keywords: concept, communicative behavior, deontic norms, paremia, phraseological units

Одной из важных проблем современного общества является осуществление успешной коммуникации в процессе взаимодействия не только отдельных личностей, но и целых государств. Важнейшим шагом в решении данной проблемы следует считать изучение этнокультурных особенностей разных культур, с которыми предстоит иметь дело на разных уровнях. Знание основ успешной коммуникации во всех сферах деятельности человека открывает возможность к гармоничному взаимовыгодному сотрудничеству на межгосударственном уровне, а на уровне межличностных связей позволяет людям стать духовно богаче и более толерантным к контрастным особенностям поведения представителей других культур. Знания и опыты, полученные в результате такой взаимосвязи, применяются везде: в повседневной жизни людей, в политике государств, в преподавании языков, поэтому потребность в изучении основ успешной межкультурной коммуникации, проявляющихся в языковой картине народов, с каждым днем интенсивно растет. В связи с вышесказанным, «изучение, описание контрастных и эндемических (присущих только одной из изучаемых) черт коммуникативных культур становится особенно важным и актуальным» [1, с. 9].

Целью данной статьи является рассмотрение этноспецифических особенностей

отражения деонтических норм коммуникативного поведения в содержании концепта «конок» («гость») киргизского народа. Для анализа указанного значения проведен семантический анализ словарных дефиниций и использован метод верификации смыслов пословиц, поговорок и выражений киргизского народа.

Термин «коммуникативное поведение», введенный в научный обиход И.А. Стерниным, в данное время является обозначением перспективного направления в межкультурной коммуникации и означает вербальное и сопровождающее его невербальное поведение народа, личности или группы лиц в процессе общения, которое регулируется нормами и традициями общения данного социума [2, с. 105]. Нормы и традиции общения вырабатываются представителями определенной культуры на протяжении многих веков под влиянием множества факторов, к которым, на наш взгляд, относятся: исторические события, взаимоотношения в социальных структурах, психологические взаимосвязи людей и религиозные верования. К коммуникативным нормам следует отнести коммуникативные правила, которые являются обязательными для выполнения в определенной лингвокультурной общности. Коммуникативные традиции – это совокупность правил, не требующих обязательного выполнения от отдельного человека, но они поддерживаются большинством народа и рекомендуются к выполнению [3, с. 376]. В случае невыполнения этих правил человека ждет осуждение в социуме и даже отстранение его от общества.

Понятие «деонтические нормы» появилось еще во времена Аристотеля, как попытка объединить такие понятия, как «долг» и «логика», т.е. нормативная логика или логика норм [4]. В лингвистике данный термин используется в исследованиях ценностного аспекта языковой личности, связанного с оценками и деонтическими нормами [5]. Деонтические нормы не являются универсальными для всех людей, поскольку каждый народ, накапливая исторический опыт, проходит свой собственный путь развития и каждый человек познает окружающий и свой мир индивидуально, но всеобщими логико-физиологическими способами.

Как известно, концепт как дискретная ментальная единица, присутствующая в сознании человека как базовая единица мыслительного кода, представляет собой результат когнитивно-познавательной деятельности отдельной личности и общества. В структурном плане концепт отличается многоплановостью, он состоит из трех базовых компонентов – образа, информационного содержания и интерпретационного поля [6, с. 106]. Для выявления деонтических норм информативным является интерпретационное поле. В нем находятся паремии и фразеологические единицы, выступающие как складывавшиеся и закрепленные на протяжении длительного времени осмысления того или иного концепта [6, с. 106].

В содержании словосочетаний и слов, паремий и фразеологических единиц можно выявить когнитивный и прагматический планы, которые отражают познавательную деятельность субъекта и деятельность, эксплицирующую отношение субъекта к окружающему миру. Метод верификации рекуррентности и актуальности значений указанных языковых единиц, имеющих отношение к деонтическим нормам в концепте «конок» («гость»), выявил, что все опрошенные носители киргизского языка (500 чел.) знакомы с их планами содержания, но некоторая часть из них (180) не всегда следует нормам поведения по разным причинам, к числу которых можно отнести: социальные изменения в жизни, попадание под влияние других (конформизм) и др. Но, как отмечают исследователи, не всегда новый уклад жизни оказывает влияние на существующие издревле традиции и обычаи [7]. Многие киргизы – горожане считают необходимостью следовать деонтическим нормам поведения при посещении других в качестве гостя или же при приеме гостей с целью обеспечить соответствие социально апробированным и закрепленным критериям, чтобы «не было путаницы» и «не потерять лица» перед другими членами общества.

В.И. Карасик, анализируя ценностный аспект языковой личности, в семантике пословиц выделяет такие виды деонтических норм:

1) нормы взаимодействия (нельзя быть трусом);

2) нормы жизнеобеспечения (свое дело необходимо выполнять хорошо и надеяться на лучшее);

3) нормы контакта (следует быть честным);

4) нормы ответственности (следует отвечать за свои действия);

5) нормы контроля (следует быть справедливым);

6) нормы реализма (следует знать правду, нужно полагаться на себя);

7) нормы безопасности (следует быть осторожным);

8) нормы благоразумия (не следует суетиться) [5].

Как нам представляется, указанные нормы можно разделить на две группы. Первые

пять норм касаются взаимоотношения личности и общества, содержат рекомендацию учитывать интересы других, а следующие за ними три нормы призывают человека обращать внимание на себя, на поведенческую сторону коммуникации, не забывать о собственных интересах, чтобы быть готовым к изменениям в различных ситуациях. Следовательно, первые пять норм относятся к морально-этическим нормам поведения, а последующие – к практико-прагматическим.

Исходя из содержания концепта «конок» («гость»), мы решили использовать указанную классификацию В.И. Карасика [5] для анализа языковых единиц, отражающих деонтические нормы в концепте «конок» («гость»).

1. Нормы взаимодействия в концепте «конок» («гость») касаются двух субъектов – хозяина и гостя, которые в зависимости от различных обстоятельств могут поменяться позициями. Эти нормы призывают человека никогда не забывать о гостеприимстве и соответствовать требованиям традиций, предписывающих определенную модель поведения. Например, *бир жердин тузун татсаң*, *миң күнү салам айт* [8], досл.: отведав один раз соль у кого-нибудь, тысячи дней здоровайся. У киргизов гости бывают четырех видов: 1) чакырылган конок, т.е. специально приглашенные гости; 2) чакырылбаган конок, т.е. неприглашенные гости, по воле обстоятельств пришедшие к хозяину, обычно его знакомые; 3) кудайы конок, т.е. «Богом посланные» (это абсолютно незнакомые с хозяином, нуждающиеся в помощи и ночлеге люди); 4) милдеттүү конок (по традиции киргизов, это гости, распределенные по домам соседей и родственников хозяина) [9, с. 190]. В пословично-фразеологическом фонде киргизского народа имеется целое множество единиц, выражающих своей семантикой *нормы взаимодействия* гостя и хозяина. Согласно их содержанию, необходимо помнить о том, что каждый человек может оказаться в трудной ситуации, поэтому следует с почтением принимать всех, кто придет в дом в качестве гостя и попросит помощи. По указанным нормам, нельзя расспрашивать гостя о цели визита, пока не посадишь его на почетное место и угостишь едой, также нельзя при гостях заниматься своими делами, наказывать, ругать домочадцев, долго накрывать на достархан и т.д. Указанные запреты отразились в таких пословицах: *конокту жактырбаган үйүн шыпырат* (*баласын урушат*) [8], досл.: кому визит гостя не пришелся по вкусу, тот начнет подметать свой дом (начнет ругать детей), или: *бербестин ашы – бышпас* [8], досл.: у того, кто не хочет угощать, еда никак не приготовится. Хозяин в обязательном порядке должен зарезать барана, чтобы не опозориться и не запятнать честь своего рода, оказывать знаки внимания всем, кто пришел, независимо от их социального статуса. Например, *ээсин сыйласаң*, *атына чөп сал* (*итине сөөк сал*) [10], досл.: если уважаешь хозяина, подбрось сена его коню (подбрось кость его собаке). Но в то же время хозяин не должен позволять гостю делать все, что он захочет: *жамандын коногу билет* [11], т.е. только у никчемного – гость вместо хозяина. А гостю в свою очередь необходимо соблюдать все традиционные правила пребывания в чужом коллективе в качестве гостя. Нормы поведения гостя отражены в таких пословицах, как: *конок койдон жоош*, *май берсе жейт*, *суу берсе ичет* [11], т.е. гость тише овечки, дадут масло – ест, дадут воду – пьет. У киргизов в гости не ходят с пустыми руками, а если у гостя нет с собой подарка, то он, если является представителем старшего поколения, перед уходом может дать благословение – глубокое по смыслу рифмованное пожелание [12, с. 63]. А более молодой гость может позже принести свой подарок, или передать его через кого-нибудь. Гость также должен выражать уважение ко всем членам этого общества, соблюдать субординацию по возрасту; выглядеть опрятно, вести себя за достарханом хорошо, есть культурно и сдержанно, бесшумно; не злоупотреблять гостеприимством, надолго не задерживаться в доме; не критиковать никого и ничего вообще, а также в доме хозяина; ничего не просить из вещей в доме; не проявлять излишнего любопытства и т.д.

2. *Деонтические нормы жизнеобеспечения* касаются общего материального уровня жизни представителя киргизской этнокультуры. Он должен жить и трудиться так, чтобы не знал нужду ни один из членов его семьи и чтобы он у себя дома мог достойно встретить любого гостя в любое время и ходить в гости к другим с подарками. У киргизов обычно в гости ходили без предупреждения: *конок айтып келбейт*, *өлүм сурап келбейт* [11], т.е. досл.: гость приходит, не сказав, смерть приходит, не спросив. Если к человеку домой не приходили гости, то он не считался полноправным членом общества. О таких людях говорили: *анын үйүн жылан да жыттабайт*, *бака да маңдабайт*, т.е. досл.: к его дому даже змея не принюхивается, и лягушка даже обходит его стороной. Отношение членов социума, мнение всего народа имеет огромное значение для представителя киргизского народа, поэтому до сих пор основным регулято-

ром коммуникативного поведения личности в обществе является вопрос – «эл эмне дейт», т.е. «что народ скажет». Кочевой киргизский народ скептически относился к материальным благам, считая, что богатство как грязь руки (*байлык – колдун кири* [10]) и человек богатым может быть до первого джута – падежа скота от бескормицы (*байдын байлыгы – бир жуттук* [11]).

3. Деонтические нормы контакта требуют от хозяина и от гостя стремиться сохранять достоинство, хладнокровность. Киргиз, принимая гостей и находясь в гостях, не должен показывать своего эмоционального состояния, быть в хорошем настроении во всех ситуациях, даже если его постигло горе. Поэтому в народе говорят о том, что молодец не вздрогнет, если даже скала рухнет (*азамат – зоо ураса солк этпейт* [11]). Киргизская пословица гласит: *ашың жок болсо*, *кашың жокпу* [10], досл.: если нет еды, то нет, что ли, у тебя бровей, т.е. хорошего настроения. В подобных пословицах отмечается то, что отсутствие дома угощений – не повод печалиться. Нельзя встречать гостей, насупив брови, их нужно встретить с улыбкой на лице, гости это оценят. Невербальные способы общения, в первую очередь визуальные средства, у киргизского народа преобладают над вербальными, поэтому в различных коммуникативных ситуациях на них обращается особое внимание [13].

И хозяину, а также и гостю не следует вести себя высокомерно с другими, находящимися в доме, сплетничать, осуждать кого-либо и дома, и в гостях, говорить слишком много без надобности и рассказывать о своих успехах, хвастаться своими достижениями и родных; нельзя навязывать своего мнения другому, не стоит спорить эмоционально, если даже знаешь, что прав, и ни при каких обстоятельствах нельзя применять силу для доказательства своей правоты; не следует судить о человеке по его внешнему виду, а также не показывать своего отношения, когда замечаешь нестандартное поведение других людей.

В деонтических нормах контакта особое место занимают многочисленные формы приветствия у киргизского народа, которые под влиянием различных процессов в обществе претерпели изменения. Следует отметить, что и в наши дни неукоснительно соблюдаются традиционные правила приветствия гостей для молодых и старых, для женщин и мужчин [14].

Если гость знал хозяина ранее, то прежде чем прийти к нему, он должен был узнать также об обстоятельствах в семье. Например, нельзя было приходить в гости, если в доме новорожденный ребенок. Только через 40 дней после рождения ребенка можно было навестить эту семью с поздравлениями. А также нельзя было прийти в гости в семью, где был траур. Следовало приходить в такую семью только для выражения соболезнования и прочтения молитвы по умершим. У киргизского народа гостю категорически нельзя было слезать с коня на дальнем расстоянии от дома и вести коня на поводке до дома. По правилам обычая, так приходили с плачем и с траурной вестью о смерти – «угузуу», поэтому гость, незваный, званый или «Богом посланный», если он на коне, то по традиции должен был близко подъехать к дому и окликнуть хозяина, чтобы он вышел, потом только слезть с коня.

4. Нормы ответственности. Хозяин, а также каждый член общества, в котором временно находился гость, должны были нести ответственность за гостя и обеспечить его всем, в чем он нуждался (*конок-тун көңүлүн алсаң – соо*п, т.е. если угодишь гостю – богоугодное дело). А гость, в свою очередь, как представитель своего общества, должен был показать себя только с хорошей стороны, чтобы также не осудили его и его племя. Регулятором их коммуникативного поведения также служило народное мнение.

5. Нормы контроля. В билатеральных отношениях «гость – хозяин» контроль осуществлялся как хозяином, так и всеми членами общества, в котором оказался гость. В киргизском обществе строго наказывались люди, нарушившие законы, а также люди, показавшие недостойное поведение и дурные замыслы. Если вдруг в поведении гостя проявлялось что-то подозрительное или предосудительное, то хозяин мог доложить старейшинам рода. Затем, окончательное решение принималось сообща, в зависимости от существующих правил поведения. Самым жестоким наказанием у киргизского народа считалось изгнание из общества.

6. Нормы реализма в отношениях гостя и хозяина отражаются в умении вести себя в соответствии со своим статусом. В гостях или перед гостями не следует стараться выглядеть лучше, умнее, а также выше по статусу и достатку, чем есть на самом деле. Языковые единицы, эксплицирующие норму реализма, касаются не только ритуалов и законов приема гостей и посещения других в качестве гостя, но и коммуникативного поведения киргизского народа в обществе в целом.

7. Нормы безопасности отражаются в пословицах с семантикой, выражающей

рекомендацию быть хозяину в первую очередь осмотрительным, спокойным, невозмутимым и вести себя осторожно, обдумывать каждый свой шаг, не подвергая себя и гостей неоправданному риску. По традиции киргизов, если хозяин не смог защитить своего гостя в каких-либо ситуациях, то весь род хозяина просил прощения у гостя, его родственников и платил штраф, в зависимости от принятых в обществе законов, или дарил дорогие подарки с признанием вины.

8. Нормы благоразумия проявляются в наставлениях представителей старшего поколения, которые, исходя из собственного опыта, призывают молодежь соблюдать принцип «золотой середины» во всем. В билатеральных отношениях «гость – хозяин» и «хозяин – гость» каждый из субъектов стремился не терять своего человеческого достоинства в рамках правил коммуникативного поведения определенного социума. Общая семантика всех языковых средств киргизского языка, выражающих нормы благоразумия в концепте «конок» («гость»), представляет идею о том, что следует опираться на опыты прошлого, чтобы извлекая уроки из него, действовать благоразумно в настоящем и не причинить вред будущему.

Таким образом, на основе анализа словосочетаний, паремий и фразеологических единиц, выражающих деонтические нормы в содержании концепта «конок» («гость»), можно сделать вывод о том, что не все деонтические нормы коммуникативного поведения являются универсальными, только в некоторых из них представлены общепринятые эталоны качеств человека и его поведения в обществе. Характеристики деонтических норм и их проявлений больше основываются на негативном эмоциональном отношении к ним, чем на их объективных признаках, что объясняется особенностью языкового сознания людей акцентировать и фиксировать все отрицательное, чтобы избежать их повторения в будущем. Следует отметить, что понятие «норма» имеет очень широкое толкование и охватывает много разновидностей, выполняющих различные функции в зависимости от изменений в обществе, и зачастую трудно даже выявить, что есть норма, а что не является нормой. Исходя из этого, на основе семантического анализа и верификации смыслов словосочетаний, паремий и фразеологических единиц, выражающих в своем содержании деонтические нормы концепта «конок» («гость»), необходимо разграничить правила, идеалы, предписания, обычаи и традиции. Эти способы проявления нормы и традиции не могут быть дифференцированы и классифицированы как правильные, неправильные, истинные, ложные и т.д., так как большинство указанных единиц содержит аксиологические и эмотивные оценки, которые детерминируются этноспецифическим восприятием окружающего мира, религиозным мировоззрением, идеологией, а также культурными ценностями, выработанными веками в киргизском обществе.

Список литературы

1. Прохоров Ю.Е., Стернин И.А. Русские: коммуникативное поведение. М.: Флинта, 2006. 238 с. URL: https://www.psychologos.ru/images/(дата обращения: 01.11.2018).

2. Стернин И.А. Теоретические и прикладные проблемы языкознания. Избранные работы / Научный ред. З.Д. Попова. Воронеж: Истоки, 2008. 596 с.

3. Стернин И.А., Камбаралиева У.Д. Коммуникативное поведение как аспект обучения русскому языку как иностранному (русские и киргизы) // Проблемы преподавания филологических дисциплин иностранным учащимся: сборник материалов V Международной научно-методической конференции / Редкол.: отв. ред. Е.А. Пляскова [и др.]. Воронеж: «Научная книга», 2018. С. 375–384.

4. Деонтическая логика. URL: https://iphlib.ru/greenstone3/library/collection/ (дата обращения: 01.11.2018).

5. Карасик В.И. Языковой круг: личность, концепты, дискурс. М.: Гнозис, 2004. 389 с. URL: www.twirpx.com (дата обращения: 01.11.2018).

6. Попова З.Д., Стернин И.А. Когнитивная лингвистика. М.: АСТ: Восток Запад, 2007. 314 с. URL: www.twirpx.com (дата обращения: 01.11.2018).

7. Аджигулова Г. Роль традиций и обычаев в духовном развитии личности // Гуманитарные проблемы современности. Вып. 2: сб. науч. тр. Бишкек, 2001. С. 89–92. URL: https://kgcode.akipress.org (дата обращения: 01.11.2018).

8. Юдахин К.К. Киргизско-русский словарь. В 2-х книгах. URL: http: bizdin.kg/книга/Кыргызча-орусча-сөздүк-К-К-Юдахин (дата обращения: 01.11.2018).

9. Камбаралиева У.Д., Даба Э. Этнокультурные особенности репрезентации концепта «конок» («гость») в киргизском языке // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 7. С. 189–193.

10. Киргизские пословицы, поговорки, крылатые слова. Сост. М. Ибрагимов. Кара-Балта, 2005. 500 с. URL: http: bizdin.kg (дата обращения: 01.11.2018).

11. Кыргызские пословицы и поговорки. URL: https://ky.wikiquote.org/wiki (дата обращения: 01.11. 2018).

12. Камбаралиева У.Д. Вербальные средства речевого воздействия в киргизских фольклорных текстах // Язык и национальное сознание, вып. 24 / Науч. ред. И.А. Стернин. Воронеж: «Ритм», 2018. С. 61–69.

13. Особенности этноэтикета у современных кыргызов. URL: https://www.open.kg/.../page,3,1592 (дата обращения: 01.11.2018).

14. Кокоева Т.С. Национальные стереотипы этикетного общения в русской и кыргызской лингвокультурах. URL: not.kg/wp-content/uploads/2017/09/52-56.pdf (дата обращения: 01.11.2018).

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 591.556.22:612.82

ОБЗОР ПОВЕДЕНЧЕСКИХ И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗООСОЦИАЛЬНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ

Матюлько И.С., Муртазина Е.П., Журавлев Б.В.

ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, e-mail: iralemar@mail.ru

В работе проведен сравнительный анализ моделей и методов исследования зоосоциальных иерархических взаимоотношений у животных, в частности грызунов, которые основываются на агонистических (конкурентных) взаимодействиях субъектов. Рассмотрены некоторые поведенческие, нейрофизиологические, гормональные, нейрохимические и молекулярно-генетические механизмы, лежащие в основе социальных взаимоотношений. Представлены работы, демонстрирующие влияние иерархической организации и статуса индивида в группе на его психоэмоциональное состояние, которое проявляется в уровнях стресса и тревожности и выражается в изменениях гормонального фона, в частности в активации адренокортикотропной системы. Подчеркивается необходимость междисциплинарного интегративного подхода при проведении нейросоциоэтологических исследований, который должен включать различные методические уровни: популяционно-видовой, поведенческий, когнитивный, нейрофизиологический, нейрохимический и молекулярно-генетический. Многие из приведенных работ свидетельствуют о важности учета индивидуальных характеристик субъектов взаимоотношений и социального контекста. Отмечается практическая значимость исследований механизмов взаимодействия субъектов для разработки эффективных методов поведенческой и фармакологической профилактики и коррекции нарушений социального поведения. Результаты системного изучения и анализа социобиологических процессов позволят разработать методы и подходы для оптимизации социальных взаимоотношений людей в повседневной жизни и профессиональной деятельности, включая командную работу и, как следствие, посредством снижения стрессорных факторов, улучшить психоэмоциональное состояние и здоровье индивидов.

Ключевые слова: зоосоциальные взаимоотношения, иерархия, доминантность, стресс, тревожность, нейромедиаторные системы

REVIEW OF THE BEHAVIORAL AND NEUROPHYSIOLOGICAL STUDIES OF THE ZOOSOCIAL HIERACHICAL INTERACTIONS

Matyulko I.S., Murtazina E.P., Zhuravlev B.V.

P.K. Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, e-mail: iralemar@mail.ru

The comparative analysis of the models and methods for studying zoosocial hierarchical relationships in animals, and in rodents in particular, which are based on the agonistic (competitive) interactions between subjects has been performed. Sever behavioral, neurophysiological, hormonal, neurochemical, and molecular and genetic mechanisms underlying social relationships between individuals are investigated. The studies observing the influence of the hierarchical organization and the status of the individual in the group on his psychoemotional state determined by stress and anxiety levels and defined as the changes in the hormonal status, particularly activation of the adrenocorticotropic system, are demonstrated. The emphasis is made on the necessity of the intradisciplinary integrative approach in performing neurosocioetology studies which have to include different methodological levels, such as populational, behavioral, cognitive, neurophysiological, neurochemical, and molecular and genetic. Many of the studies demonstrated indicate the importance of considering the individual characteristics of the interacting subjects and social context. The practical significance of the studies on the mechanisms of intrasubject interaction for the development of effective methods of the behavioral and pharmacological prophylaxis and correction of social behavior disorders is discussed. The results of the systemic investigation and analysis of sociobiological processes allow the development of the methods and approaches to optimization of social interactions of people in their everyday life and professional activities, including teamwork, and, as the result, to improve the psychoemotional state and overall health of the individuals by reducing stress factors.

Keywords: zoosocial interactions, hierarchy, dominance, stress, anxiety, neurotransmitters

В человеческой популяции уровень обучаемости, способность к принятию решений, исследовательская и социальная активность индивидуумов могут зависеть от окружающей их социальной обстановки и мнения коллектива [1]. Поскольку социальная организация характерна не только для человеческого общества, но для многих популяций животных [2, 3], а нейрофизиологические механизмы регуляции поведения сходны среди млекопитающих, зоосоциальные исследования на животных позволяют в той или иной степени экстраполировать полученные результаты на процессы, определяющие функционирование человеческих сообществ. Модельные исследования на животных могут способствовать разработке новых методов и подходов к работе с людьми с теми или иными формами асоциального поведения. Подобные исследования позволяют взглянуть более широко на формирование и устройство различных

социальных групп людей, например школьников и детей в детских садах, где между детьми уже в раннем возрасте устанавливается определенная внутригрупповая иерархия [4], а также понять, как влияет социальная обстановка вокруг индивидуума на когнитивные способности и психоэмоциональное состояние.

Целью данного исследование было провести комплексный анализ литературных данных о методах определения зоосоциального статуса животного в группе и результатах поведенческих и нейрофизиологических исследований механизмов, лежащих в основе зоосоциальных и иерархических взаимоотношений.

Одной из характерных черт устройства групп социальных животных является наличие иерархической структуры, которая подразумевает различия в степени доступа к тем или иным ресурсам, уровне активности и, в некоторых случаях, распределении обязанностей между особями [5, 6]. В связи с этим представляется актуальным сравнительный анализ методов определения иерархического статуса субъектов в группах, а также результатов исследований влияния социальных взаимодействий на психофизиологические и нейрохимические процессы.

В научной литературе существует большое количество публикаций, в которых зоосоциальное поведение различных животных исследовалось в естественной среде обитания или приближенных к ней условиях (зоопарки, питомники). Однако в таких исследованиях практически невозможны регистрация индивидуальных физиологических показателей, внешние влияния на межсубъектные взаимоотношения, а также экспериментальные манипуляции с объектами (генетические, фармакологические, социальные и другие воздействия). В связи с этим для изучения нейрофизиологических и поведенческих механизмов, лежащих в основе зоосоциальных взаимодействий, необходимо их моделирование в лабораторных условиях, где наиболее удобными объектами для изучения, как правило, являются грызуны (крысы, мыши).

Социальная иерархия в группах животных устанавливается в результате прямых контактов между особями, т.е. агонистических контактов, завершающихся победой одних (в будущем доминантных) и поражением других особей [7]. Наиболее простым методом является «Стандартный тест оппонентов» (Standard Opponent Test), в котором оценивается уровень агрессии и социальной доминантности крысы, на определенное время помещенной в нейтральную среду (клетка или другое новое пространство) с незнакомой особью своего вида. В подобных тестах, как правило, одна крыса выбирается для тестирования и определения степени доминантности, в то время как вторую особь (оппонента) выбирают из линии животных с заранее известно низким или высоким уровнем агрессивности. В тесте оценивают реакцию обнюхивания тела и гениталий, слежение, преследование, встряхивание хвостом, количество и локализация укусов [8].

Одной из модификаций стандартного теста оппонентов является тест, в котором самцы грызунов содержатся в одиночных камерах в течение определенного времени (около четырех недель), после чего их помещают в одну клетку с неизвестной особью. Предварительно изолированное животное, как правило, проявляет больше агрессии и характеризуется увеличением частоты конфликтов и атак в отношении неизвестной особи (Isolation-Induced Fighting). В другой модификации теста (Resident-Intruder Test) в домашнюю клетку крысы помещают незнакомую особь. Вторжение нового животного вызывает агрессию у самца. Если самец находится с самкой и/или ее пометом, то уровень агрессии будет выше. Однако, чтобы самка сама не проявляла агрессию в отношении к незнакомцу, ее отделяют от области конфликта двух самцов [8].

В тесте «Труба» (Tube-Test for Social Dominance) исследуют доминантное/подчиненное поведение мышей без допущения конфликта между ними. Двух особей одного пола помещают на двух разных концах прозрачной цилиндрической трубы, что позволяет им исследовать установку, двигаясь по направлению к центру. В точке встречи двух животных подчиненная мышь будет иметь склонность к движению назад (пятиться), в то время как доминантный субъект будет продолжать двигаться вперед. Мышь, которая первая покинет трубу, то есть будет вытолкнута другою, является подчиненной, а оставшаяся – доминантной [9].

Для определения иерархического статуса крыс исследователи часто используют «Систему открытой норы» (Visible Burrow System, VBS), состоящей из нескольких камер, соединенных коридорами, аналогично норам крыс в естественных условиях. При тестировании оценивают время, проведенное вне установки (на поверхности), потерю веса, степень ранения животных и количество конфликтов между самцами в диадах в процессе установления доминантности. При этом некоторые исследователи проводят определение уровней кортикостерона или кортизола в плазме, слюне или (реже) фекалиях [10].

Часто для исследования доминантности используют естественные физиологические подкрепляющие стимулы, такие как привлекательная пища или сладкая вода, на фоне пищевой или питьевой депривации. Пищу помещают в контейнер так, чтобы только одна особь за раз могла получить доступ к пище. Сессии записывают на видеокамеру и далее подсчитывают количество времени, которое каждая крыса провела у еды. Доминантной считается та особь, которая в среднем ест 70 % от общего времени эксперимента [11].

В работе Иванова с соавторами социальный статус крыс в триадах определяли также в условиях конкурирования за воду после 24-часовой питьевой депривации. По истечении срока депривации поилку с водой помещали прямо в кормовой короб домашней клетки и регистрировали латентное время первого подхода, число подходов к поилке и длительность питьевого поведения в течение 8 минут. При этом для каждого животного регистрировали число эпизодов, в которых оно отгоняло других особей от поилки и когда, наоборот, отгоняли его [7].

В работе П.Д. Шабанова и А.А. Лебедева способность крыс к конкуренции за подкрепление, которая является одним из проявлений иерархического статуса особи, исследовали по взаимодействию крыс из разных домашних групп, помещенных в одну экспериментальную камеру. К особи в клетку подсаживали 5 крыс из одного сообщества и далее регистрировали такие показатели, как подъемы на лестницу, стойки с упорами на лестницу и площадку с поилкой, а также акты межсубъектных взаимодействий [12].

Социальное окружение животного и его антагонистические взаимодействия с другими представителями группы в процессе установления иерархической организации и, в том числе, занятия доминантных позиций некоторыми особями и их подавляющее поведение, могут рассматриваться как стрессовые факторы [13, 14]. Доминантные особи, как правило, характеризуются повышенной агрессивностью, в то время как субординантные особи, помимо сниженного уровня агрессии по отношению к доминантным, демонстрируют снижение количества социальных контактов и уровня установления связей с другими членами группы [12].

В исследовании Иванова и др. между доминантами, субдоминантами и субординантами не было выявлено различий в горизонтальной и вертикальной двигательной активностях, хотя количество актов груминга и количество дефекаций и, как следствие, степень эмоциональности поведения и уровень тревожности были выше у субординантов [7]. Доминанты, в свою очередь, были склонны к более активному исследованию окружающей среды.

Однако существуют гормональные факторы, способные влиять на социальность животных. Так, нейропептид окситоцин в литературе интерпретируется как «просоциальный» нейропептид. У людей и макак резус, интраназальное введение окситоцина усиливает просоциальное поведение. У самцов макак резус интраназальное введение окситоцина с помощью аэрозоля облегчает социальное взаимодействие между особями, уменьшая поведенческие различия между доминантными и субординантными особями. Вследствие этого снижается линейность иерархической организации в группе. Интересно, что аргинин вазопрессин полностью воспроизводит эффекты окситоцина, особенно при прямом введение в переднюю цингулярную кору, которая относится к «социальной» системе мозга и отвечает за проявление эмпатии и установление социальных взаимоотношений между индивидами [15]. Однако эффект этих гормонов зависит от социального контекста (насколько знакомы индивидуумы и какова степень доверия между субъектами), пола, индивидуально-типологических особенностей личности, характера межсубъектных взаимоотношений, гормонального статуса [16, 17].

Повышение уровня тревожности у крыс ассоциируется со снижением гиппокампопосредованного обучения в заданиях, связанных с пространственным ориентированием животного в таких установках, как классический и радиальный водный лабиринт [18]. По данным Kozorovitskiy и Gould [19], в период формирования иерархии у доминантных самцов обнаруживается большее число нейронов в зубчатой извилине по сравнению с субординантными особями, а уровень кортикостерона, масса тимуса, надпочечников и вес тела не различаются у доминантных и субординантных особей как на базальном уровне (до стрессогенного воздействия), так и во время установления иерархии.

В других исследованиях было показано, что у самцов, занимающих субординационную позицию, уменьшается масса тела, увеличивается базальный уровень кортикостерона [10, 20] и снижается уровень тестостерона в крови [20] по сравнению с доминантными самцами и самцами контрольной группы, содержащихся в условиях одиночной камеры. Предполагают, что данный эффект является результатом снижения

активности клеток Лейдига и их способности компенсировать усиленное действие глюкокортикоидов во время стрессорного воздействия, что, как следствие снижения активности 11-бета-гидроксистероид дегидрогеназы в стрессовых условиях, ведет к стресс-опосредованному уменьшению секреции тестостерона, а ингибирование всей репродуктивной оси происходит на уровне гипофиза [20]. Также было показано, что введение антагониста D2-дофаминовых рецепторов мышам и макакам, занимающим доминантную позицию в группе, приводит к снижению выраженности социальной доминантности, что говорит о роли дофамина в установлении и поддержании социальной иерархии животных [21].

В исследованиях Horii было показано, что после формирования социальной иерархии в группе мышей, у субординантных особей, проявляющих депрессивное и тревожное поведение, увеличивалась экспрессия кортикотропин-рилизинг гормона в гипоталамусе и экспрессия генов серотониновых рецепторов в гиппокампе [22].

Социальное подавление, обнаруженное в малых и больших группах особей, может вызывать депрессивные состояния [23], одной из причин которых является изменение активности нейронов и процессов нейрогенеза в гиппокампе на фоне хронического социального стресса и пролонгированного социального конфликта [11]. Кроме того, в ответ на хроническое стрессорное воздействие происходит активация гипоталамо-гипофизарно-адренокортикотропной оси и, как следствие, временное увеличение уровня циркулирующих глюкокортикоидов [24].

Заключение

Таким образом, уровень тревожности может предсказывать степень восприимчивости и устойчивости особи к социальному подавлению в момент, когда животное встречает другую особь из группы. В работе Hollis было показано, что крысы с высоким уровнем тревожности были склонны к принятию субординационной позиции в группе во время столкновения с особью с низким уровнем тревожности и борьбы за установления социального иерархического статуса на новой территории [25]. Следовательно, животные с более высоким уровнем тревожности являются более уязвимыми к социальным конфликтам в новой обстановке. Люди также демонстрируют снижение уверенности в соревнованиях социального характера в стрессовой обстановке [26, 27].

Исследования, проведенные на древесных землеройках, для которых характерно проявление агрессии в борьбе за территорию, показали, что у самцов субординантной позиции, подверженных повторяющимся атакам со стороны доминантных особей, развивались негативные поведенческие и физиологические реакции, включая снижение пролиферации клеток в зубчатой извилине гиппокампа [11, 22, 28]. Однако важно учитывать, что, помимо социального стресса, животные, занимающие субординантные позиции, также подвергаются стрессу от ограничений в пищевых ресурсах и ранений, полученных вследствие борьбы между особями в ходе эксперимента [17].

Среди нейрохимических изменений, происходящих в мозге животных в условиях социального подавления, можно выделить увеличение высвобождения дофамина в прилежащем ядре [29, 30]. В дополнение к краткосрочным эффектам социальное подавление индуцирует долгосрочные изменения в активности прилежащего ядра [31, 32] и вентральной тегментальной области, в которой наблюдается увеличение уровня экспрессии генов и увеличение уровня белка нейротрофического фактора мозга [33]. Увеличение уровня серотонина и продукта его метаболизма 5-гидроксииндол ацетиловой кислоты во многих структурах мозга крыс и мышей, занимающих субординантное положение, свидетельствует об активации серотонинергической системы во время установления их иерархического статуса [33–35]. У субординантных особей также выявлено увеличение экспрессии гена тирозингидроксилазы (фермента, лимитирующего синтез катехоламинов) в норадренергических структурах головного мозга, таких как голубое пятно [36], но не в дофаминергических, что приводит к увеличению синтеза норадреналина и подтверждает состояние стресса.

Социальный статус и социальный стресс также рассматриваются как факторы, способствующие инициации, усилению и рецидивированию наркозависимости [31, 37, 38]. Социальное подавление в группах крыс увеличивает количество эпизодов самовведения кокаина и усиливает мотивацию к поиску и получению наркотика у субординантных особей, в то время как для доминантов такого эффекта отмечено не было. Интересно, что при эпизодическом социальном подавлении у крыс, помещенных в клетку к чужим особям, самовведение кокаина увеличивается, в то время как у особей, продолжительное время занимающих субординационную позицию, потребление кокаина подавляется [39]. Следовательно, социальный стресс может рассматриваться как один из основополагающих факторов, способствующих увеличению уровня нар-

козависимости среди лиц, имеющих «низкий» социальный статус, или лиц, подверженных социальному подавлению [40].

Рассмотренные нами работы из области нейросоциоэтологии демонстрируют необходимость междисциплинарных подходов и методов исследований сложных социальных взаимоотношений в популяциях животных и в человеческих сообществах. Такой междисциплинарный подход позволит приблизиться к пониманию процессов и механизмов, лежащих в основе формирования и функционирования социумов, включая интеграцию популяционно-видового, поведенческого, когнитивного, нейрофизиологического, нейрохимического и молекулярно-генетического уровней. Результаты подобных исследований позволят разрабатывать эффективные методы поведенческой и фармакологической профилактики и коррекции нарушений социального поведения, которые наблюдаются при расстройствах аутистического спектра, шизофрении, маниакально-депрессивных расстройствах и др. Практическая значимость этих исследований состоит в возможности оптимизировать социальные взаимоотношения людей в повседневной жизни и профессиональной деятельности, включая командную работу и, как следствие, посредством снижения стрессорных факторов, улучшить психоэмоциональное состояние и здоровье индивидов.

Список литературы

1. Maxwell S., Reynolds K.J., Lee E., Subasic E., Bromhead D. The Impact of School Climate and School Identification on Academic Achievement: Multilevel Modeling with Student and Teacher Data. Front Psychol. 2017. vol. 8. P. 2069.

2. Miller N., Garnier S., Hartnett A.T., Couzin I.D. Both information and social cohesion determine collective decisions in animal groups. Proc Natl Acad Sci U S A. 2013. vol. 110 (13). P. 5263–5268.

3. Sueur C., Mery F. Editorial: Social Interaction in Animals: Linking Experimental Approach and Social Network Analysis. Front. Psychol. 2017. vol. 8. P. 35.

4. Pattiselanno K., Dijkstra J.K., Steglich C., Vollebergh W., Veenstra R. Structure Matters: The Role of Clique Hierarchy in the Relationship Between Adolescent Social Status and Aggression and Prosociality. J. Youth Adolesc. 2015. vol. 44. no. 12. P. 2257–2274.

5. Shimoji H., Abe M.S., Tsuji K., Masuda N. Global network structure of dominance hierarchy of ant workers. J. R. Soc. Interface. 2014. Vol. 11. P. 20140599–20140599. DOI: 10.1098/rsif.2014.0599.

6. Franz M., McLean E., Tung J., Altmann J., Alberts S.C. Self-organizing dominance hierarchies in a wild primate population. Proceedings. Biol. Sci. 2015. vol. 282. no. 1814.

7. Иванов Д.Г., Семёнов Н.А., Зайцева М.С. Методика определения социального статуса самцов крыс в триадах // Успехи современного естествознания. 2014. № 9–1. С. 43–46.

8. JuP B. et al. Social dominance in rats: effects on cocaine self-administration. novelty reactivity and dopamine receptor binding and content in the striatum. Psychopharmacology (Berl). 2016. vol. 233. no. 4. P. 579–89.

9. Lindzey G., Winston H., Manosevitz M. Social Dominance in Inbred Mouse Strains. Nature. 1961. vol. 191. no. 4787. P. 474–476.

10. Herman J.P., Tamashiro K.L. The visible burrow system: A view from across the hall. Physiol Behav. 2017. vol. 178. P. 103–109.

11. Hoshaw B.A., Evans J.C., Mueller B., Valentino R.J., Lucki I. Social competition in rats: cell proliferation and behavior. Behav. Brain Res. 2006. vol. 175. no. 2. P. 343–351.

12. Шабанов П.Д., Лебедев А.А. Зоосоциальное поведение крыс // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2007. Т. 5. С. 31.

13. Beery A.K., Kaufer D. Stress. social behavior. and resilience: insights from rodents. Neurobiol. Stress. 2015. vol. 1. P. 116–127.

14. Koolhaas J.M., de Boer S.F., Buwalda B., Meerlo P. Social stress models in rodents: Towards enhanced validity. 2017. Neurobiol. Stress. vol. 6. P. 104–112.

15. Jiang Y., Platt M.L. Oxytocin and vasopressin flatten dominance hierarchy and enhance behavioral synchrony in part via anterior cingulate cortex. Sci. Rep. 2018. vol. 8. no. 1. P. 8201.

16. Declerck C.H., Boone C., Kiyonari T. Oxytocin and cooperation under conditions of uncertainty: The modulating role of incentives and social information. Horm. Behav. 2010. vol. 57. no. 3. P. 368–374.

17. Leknes S., Wessberg J., Ellingsen D.M., Chelnokova O., Olausson H., Laeng B. Oxytocin enhances pupil dilation and sensitivity to 'hidden' emotional expressions. Soc. Cogn. Affect. Neurosci. 2013. vol. 8. no. 7. P. 741–749.

18. Davidson R.J., McEwen B.S. Social influences on neuroplasticity: stress and interventions to promote well-being. Nat. Neurosci. 2012. vol. 15. no. 5. P. 689–695.

19. Kozorovitskiy Y., Gould E. Dominance Hierarchy Influences Adult Neurogenesis in the Dentate Gyrus. J. Neurosci. 2004. vol. 24. no. 30. P. 6755–6759.

20. Hardy M.P. et al. Trends of reproductive hormones in male rats during psychosocial stress: role of glucocorticoid metabolism in behavioral dominance. Biol. Reprod. 2002. vol. 67. no. 6. P. 1750–1755.

21. Yamaguchi Y., Lee Y.-A., Kato A., Jas E., Goto Y. The Roles of Dopamine D2 Receptor in the Social Hierarchy of Rodents and Primates. Sci Rep. 2017. vol. 7. P. 43348.

22. Horii Y. et al. Hierarchy in the home cage affects behaviour and gene expression in group-housed C57BL/6 male mice. Sci. Rep. 2017. vol. 7. no. 1. p. 6991.

23. Hollis F., Kabbaj M. Social Defeat as an Animal Model for Depression. ILAR J. 2014. vol. 55. no. 2. P. 221–232.

24. Wolf T.E., Bennett N. C., Burroughs R., Ganswindt A. The impact of age-class and social context on fecal glucocorticoid metabolite levels in free-ranging male giraffes. Gen. Comp. Endocrinol. 2018. vol. 255. P. 26–31.

25. Hollis F., van der Kooij M. A., Zanoletti O., Lozano L., Canto C., Sandi C. Mitochondrial function in the brain links anxiety with social subordination. Proc. Natl. Acad. Sci. 2015. vol. 112. no. 50. P. 15486–15491.

26. Beery A.K., Kaufer D. Stress. social behavior. and resilience: insights from rodents. Neurobiol. Stress. 2015. vol. 1. P. 116–127.

27. Goette L., Bendahan S., Thoresen J., Hollis F., Sandi C. Stress pulls us apart: Anxiety leads to differences in competitive confidence under stress. Psychoneuroendocrinology. 2015. vol. 54. P. 115–123.

28. Fuchs E. Social stress in tree shrews as an animal model of depression: an example of a behavioral model of a CNS disorder. CNS Spectr. 2005. vol. 10. no. 3. P. 182–190.

29. Louilot A., Le Moal M., Simon H. Differential reactivity of dopaminergic neurons in the nucleus accumbens in response to different behavioral situations. An in vivo voltam-

metric study in free moving rats. Brain Res. 1986. vol. 397. no. 2. P. 395–400.

30. Tidey J.W., Miczek K.A. Social defeat stress selectively alters mesocorticolimbic dopamine release: an in vivo microdialysis study. Brain Res. 1996. vol. 721. no. 1–2. P. 140–149.

31. Miczek K.A., Yap J.J., Covington H.E. Social stress. therapeutics and drug abuse: preclinical models of escalated and depressed intake. Pharmacol. Ther. 2008. vol. 120. no. 2. P. 102–128.

32. Boyson C.O. et al. Social stress and CRF-dopamine interactions in the VTA: role in long-term escalation of cocaine self-administration. J. Neurosci. 2014. vol. 34. no. 19. P. 6659–6667.

33. Berton O., Aguerre S., Sarrieau A., Mormede P., Chaouloff F. Differential effects of social stress on central serotonergic activity and emotional reactivity in Lewis and spontaneously hypertensive rats. Neuroscience. 1998. vol. 82. no. 1. P. 147–159.

34. Blanchard D.C. et al. Serotonin. but not dopamine. metabolites are increased in selected brain regions of subordinate male rats in a colony environment. Brain Res. 1991. vol. 568. no. 1–2. P. 61–66.

35. Watanabe N., Yamamoto M. Neural mechanisms of social dominance. Front Neurosci. 2015. vol. 9. P. 154.

36. Blanchard R.J., McKittrick C.R., Blanchard D.C. Animal models of social stress: effects on behavior and brain neurochemical systems. Physiol. Behav. 2001. vol. 73. no. 3. P. 261–271.

37. Nader M.A. et al. Social dominance in female monkeys: dopamine receptor function and cocaine reinforcement. Biol. Psychiatry. 2012. vol. 72. no. 5. P. 414–421.

38. Calcaterra S., Beaty B., Mueller S.R., Min S-J., Binswanger A. The Association between Social Stressors and Drug Use/Hazardous Drinking among Former Prison Inmates. J. Subst Abuse Treat. 2014. vol. 47(1). P. 41–49.

39. Miczek K.A., Nikulina E.M., Shimamoto A., Covington H. E. Escalated or supressed cocaine reward. tegmental BDNF. and accumbal dopamine caused by episodic versus continuous social stress in rats. J. Neurosci. 2011. vol. 31. no. 27. P. 9848–9857.

40. Hassanbeigi A., Askari J., Hassanbeigi D., Pourmovahed Z. The Relationship between Stress and Addiction. Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2013. vol. 84. P. 1333–1340.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 618-007.64

ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫЕ РОДЫ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МИКРОБИОЦЕНОЗА ВЛАГАЛИЩА

Петров Ю.А., Галущенко Е.М., Арндт И.Г.

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» МЗ РФ, Ростов-на-Дону, e-mail: fortis.petrov@gmail.com

Отмечено, что микробиоценоз влагалища здоровой женщины представлен лактобактериями, которые поддерживают pH влагалища до 4,5 и тем самым создают кислую среду. Лактобактерии продуцируют перекись водорода, которая губительно влияет на множество микроорганизмов. Доказано, что незащищенный половой акт, гормональные сдвиги, медицинские операции в виде медицинских абортов, раздельного диагностического выскабливания цервикального канала и полости матки, прием антибиотиков и других лекарственных препаратов приводят к повреждению механизмов естественной защиты и снижению количества лактобактерий. При этом pH влагалища повышается в среднем до 7,0 и выше, что создает благоприятные условия для развития бактериального вагиноза. Преждевременные роды являются важной медико-социальной проблемой. Отмечено, что бактериальный вагиноз служит основной причиной преждевременного разрыва плодных оболочек, который приводит к развитию преждевременных родов. Указывается, что морфофункциональная незрелость плода, высокая частота внутриутробной гипоксии и инфицирования обуславливают высокую перинатальную заболеваемость и смертность, высокую частоту гнойно-септических состояний у женщины в послеродовом периоде. И только своевременная диагностика и лечение дисбиоза влагалища позволит улучшить прогноз для матери и новорожденного. В обзоре литературы представлены современные данные по диагностике и лечению бактериального вагиноза. А также тактика ведения и выбор метода родоразрешения при преждевременных родах.

Ключевые слова: микробиоценоз влагалища, бактериальный вагиноз, преждевременные роды, преждевременный разрыв плодных оболочек, недоношенные дети, методы диагностики и лечения

PREMATURE GENERATIONS WITH THE ACCOUNT OF THE INFLUENCE OF MICROBIOUCANOSIS OFTHE VAGINA

Petrov Yu.A., Galushchenko E.M., Arndt I.G.

«Rostov State Medical University» of the MH of RF, Rostov-on-Don, e-mail: fortis.petrov@gmail.com

The microbiocenosis of the vagina of a healthy woman is represented by lactobacilli, which maintain the pH of the vagina to 4.5 and thus create an acidic environment. Lactobacilli produce hydrogen peroxide which is detrimental to many microorganisms. Unprotected sexual intercourse, hormonal changes, medical operations in the form of medical abortions, separate diagnostic curettage of the cervical canal and uterine cavity, antibiotics and other drugs leads to damage to the mechanisms of natural protection and reduce the number of lactobacilli. vaginal pH rises to an average of 7.0 and above, which creates favorable conditions for the development of bacterial vaginosis. Premature birth is an important medical and social problem. Bacterial vaginosis is the main cause of premature rupture of the membranes, which leads to the development of premature birth. Morphofunctional immaturity of the fetus, high frequency of intrauterine hypoxia and infection causes high perinatal morbidity and mortality of the fetus and a high frequency of purulent-septic conditions in women in the postpartum period. And only timely diagnosis and treatment of vaginal dysbiosis will improve the prognosis for the mother and newborn. The literature review presents current data on the diagnosis and treatment of bacterial vaginosis. As well as tactics of management and choice of method of delivery in prematurebirth

Keywords: vaginal microbiocenosis, bacterial vaginosis, premature birth, premature rupture of membranes, premature babies, methods of diagnosis and treatment

Здоровье женщины детородного возраста определяется рядом факторов, которые предохраняют влагалище от инфекций. К защитному барьеру относится сомкнутая половая щель (первый уровень защиты), волосяной покров лобка, оптимальный уровень pH влагалища (4,0–4,5), который создает кислую среду (второй уровень защиты), анатомическая целостность шейки матки и слизь цервикального канала, содержащая лизоцим, лактоферрин, антимикробные пептиды (третий уровень защиты), а также менструация при которой происходит отторжение эндометрия [1].

Несвоевременно выявленные ИППП вызывают множество осложнений в виде невынашивания беременности, преждевременных родов и внутриутробных инфекций у плода [2].

Цель исследования: анализ литературы по различным аспектам микробиоценоза влагалища.

Микробиоценоз влагалища – это совокупность популяций разных видов бактерий. В ее составе облигатные, факультативные и транзиторные микроорганизмы. Число бактерий не превышает 10x5 – 10x6 КОЕ/мл [3]. По данным автора А.А. Синя-

ковой в микрофлоре влагалища насчитывается около 300 видов микроорганизмов [4].

Большинство бактерий влагалища представлены лактобактериями. Доминирующими являются 4 вида лактобацилл группы *Lactobacillus acidophilus*: *L. crispatus*, *L. Jensenii*, *L. gasseri* и *L. iners*. Имеются данные о преобладании видов лактобацилл в зависимости от этнической принадлежности: у европейских и азиатских женщин в 89% и 80% и лишь в 61% африканских женщин и 59% латиноамериканок [5].

Это связано с разным уровнем кислотности во влагалищной среде. Он ниже у латиноамериканок (pH 5,0) и африканок (pH 4,7) по сравнению с женщинами европейского (pH 4,2) и азиатского (pH 4,4) типов. У латиноамериканок и чернокожих женщин чаще встречается дисбиоз влагалища [6].

Именно ЛБ поддерживают уровень pH влагалища за счет расщепления гликогена слущенных поверхностных клеток эпителия до молочной кислоты. Во время беременности происходит резкое увеличение количества лактобактерий и снижение других видов микроорганизмов. Это связано с увеличением концентрации эстрогенов параллельно сроку гестации [7]. Лактобактерии продуцируют перекись водорода, которая губительно влияет на множество микроорганизмов, так как она обладает антибактериальными свойствами. Именно ЛБ вносят огромный вклад в поддержание нормального микробиоценоза влагалища [8]. Молочная кислота, вырабатываемая лактобациллами, обеспечивает необходимый уровень pH влагалищной среды, который в норме составляет 4,5 [9].

Микробиоценоз влагалища реагирует на любые изменения состояния организма женщины [10]. Незащищенный половой акт, гормональные сдвиги, изменение иммунологической реактивности, применение антибиотиков и многие другие факторы способствуют повреждению механизмов естественной защиты влагалища, что создает благоприятные условия для развития условно патогенной и патогенной микрофлоры. Дисбиотические процессы влагалища способствуют развитию БВ [11].

Также дисбиоз может развиваться после выполнения медицинских манипуляций, таких как медицинский аборт и раздельное диагностическое выскабливание цервикального канала и полости матки. После таких манипуляций необходим курс антибиотикотерапии и местное лечение с использованием свечей, содержащих лактобактерии и молочную кислоту, а также использование пробиотиков для снижения риска развития кандидоза.

Распространенность бактериального вагиноза среди небеременных женщин составляет 15–35%, а среди беременных она достигает 38% [12]. БВ – это инфекционный невоспалительный синдром, вызванный нарушением микробиоценоза влагалища ассоциацией микроорганизмов.

При уменьшении количества лактобактерий происходит изменение pH влагалищного секрета в сторону «ощелачивания» и, соответственно, происходит колонизация влагалища условно патогенной микрофлорой, что приводит к развитию бактериального вагиноза [11]. При дисбиозе влагалища среднее число видов микроорганизмов, доминирующих во влагалище приближается к 13 тогда, как при нормоцинозе видовое разнообразие всего 3 [13].

При бактериальном вагинозе формируются различные полимикробные сообщества, способные длительно существовать в вагинальном биотопе благодаря образованию биопленок. Структурно биопленки представлены преимущественно видом G. Vaginalis [14].

Адгезия гарднерелл к эпителию очень велика и достигает максимума при pH 5,4. При pH 5,0 во влагалище начинают комфортно чувствовать себя и размножаться *Ureaplasma urealyticum*. При pH 5,4 адгезируются виды *Mobiluncus*. При pH от 5,7 во влагалище появляются *Clostridium sordellii*, от 6,0 – *Mycoplasma hominis*, от 6,5 бактерии вида *Enterobacteriaceae*, от 8,0 – *Peptostreptococcus* [13].

Для бактериального вагиноза имеется характерная симптоматика в виде обильных выделений из половых путей с неприятным запахом в течение длительного времени. Многие женщины не придают этому значения. Некоторые пациентки отмечают зуд, жжение и болевые ощущения при половом акте, что является основной причиной обращения к врачу. Часто при БВ у женщины возникает цистит, проявляющийся учащенным мочеиспусканием с чувством неполного опорожнения мочевого пузыря, а также рези в конце мочеиспускания, дискомфорт и болевые ощущения внизу живота и ложные позывы. Отмечается ухудшение общего состояния в виде недомогания и даже повышения температуры тела до субфебрильной.

У части женщин БВ долго может протекать бессимптомно и соответственно долгое время остается без терапии, и именно выраженные клинические симптомы заставляют обратиться к врачу.

Врач акушер-гинеколог встречается с последствиями бактериального вагиноза каждый день, он проявляется в виде невынашивания беременности, преждев-

ременных родов, хориоамнионита, плацентита, многоводия, послеродового эндометрита [12].

При бактериальном вагинозе создаются благоприятные условия для инфицирования плодного яйца при любом сроке беременности [15]. Наличие инфекции у беременной может привести к инфицированию плода и на позднем сроке гестации. Повышается риск ФПН, ЗРП, врожденной пневмонии, а также после рождения у таких детей могут развиваться инфекционные поражения кожи и воспаление пупочной ранки с последующим длительным лечением и наблюдением такого ребенка.

Доказано, что после 16 недель беременности лечение бактериального вагиноза не снижает риск осложнений, наиболее рациональным остается раннее выявление и лечение заболевания [16]. Имеется большое количество различных исследований, посвященных ранней диагностике, профилактике и лечению преждевременных родов, однако их количество не имеет тенденции к снижению [17].

Женщины с нормальной вагинальной микрофлорой в первой половине беременности имеют более низкий риск преждевременных родов по сравнению с беременными с нарушенной влагалищной микробиотой [18]. Бактериально-вирусная инфекция в 60% является основным фактором в развитии данного осложнения беременности [19].

Женщины, у которых роды произошли преждевременно, культуральным методом были выявлены такие микроорганизмы, как гарднереллы, уреаплазмы, трихомонады, вирус простого герпеса, цитомегаловирус [20]. В качестве материала использовали околоплодные воды у пациенток с преждевременными родами и были выделены *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Bacteroides*, *Gardnerella vaginalis*, *urealyticum*, *Candida* [21]. В большинстве случаев преждевременные роды начинаются с преждевременного разрыва плодных оболочек [22].

Основная причина в патогенезе ПРПО – это факторы, стимулирующие апоптоз, разрушение фосфолипидов и деградацию коллагена соединительнотканного матрикса околоплодных оболочек, преимущественно связанных с действием инфекции [23].

При нарушении целостности плодных оболочек происходит излитие околоплодных вод, а через некоторое время возникает родовая деятельность. Если же схватки не возникают, что приводит к нарастанию времени безводного промежутка и в последующем повышается риск такого осложнения, как хориоамнионит [24].

Хориоамнионит проявляется гипертермией, ознобом, признаками интоксикации, тахикардией у матери и плода, болезненностью матки при пальпации и гнойными выделениями из шейки матки [24].

Развитие хориоамнионита во многом определяется биоценозом половых путей. В 59% развивается у беременных с бактериальным вагинозом и 47% женщин с вагинитом [20].

Еще одним из проявлений БВ при беременности является наличие многоводия, что может привести к выпадению петель пуповины и ПОНРП, требующее экстренного родоразрешения путем кесарева сечения. У беременных с многоводием повышается риск аномалий родовой деятельности в виде слабости, а также кровотечения в III периоде родов и раннем последовом.

Врач акушер-гинеколог встречается с такой проблемой, как дальнейшая тактика ведения и выбор метода родоразрешения. С одной стороны, родоразрешение посредством операции кесарева сечения, теоретически должно снизить частоту и степень тяжести инфекционных осложнений новорожденного и матери. С другой стороны, рождение глубоконедоношенных детей ведет к увеличению уровня заболеваемости, постреанимационных осложнений и инвалидизации потомства [25].

До 22 недель пролонгировать беременность нецелесообразно из-за огромного риска перинатальных потерь. Рекомендуется прерывание беременности. На сроке до 34 недель при отсутствие противопоказаний показана выжидательная тактика.

При «зрелой» шейке матки, удовлетворительном состояние плода и беременной женщины возможно ведение родов через естественные родовые пути. Необходим непрерывный КТГ-мониторинг состояния плода. Родоразрешение путем операции кесарева сечения должно выполняться при осложнении акушерской ситуации.

После рождения недоношенного ребенка отсрочка пережатия пуповины на 30–120 секунд имеет ряд преимуществ по сравнению с ранним пережатием. Снижает риск анемий, требующих гемотрансфузий. Имеются убедительные данные о более благоприятном течении неонатального периода при применении методики «доения» (сцеживания) пуповины.

В послеродовом периоде родильницы с дисбиозом влагалища подвержены высокому риску послеродового эндометрита. Развивается данное осложнение на 2–5 сутки после родов. Нарушается общее состояние женщины, связанное с симптомами интоксикации. Пациентку беспокоят боли

внизу живота разной интенсивности, озноб и повышение температуры тела. В лохиях присутствует примесь гноя. Выделения имеют резко неприятный запах. При влагалищном исследование матка резко болезненная и имеет мягкую консистенцию. В ОАК имеется лейкоцитоз со сдвигом формулы влево и нейтрофилез. При УЗИ диагноз подтверждается. Характерными признаками при УЗИ является расширение ПМ и присутствие децидуальной ткани. Назначается антибактериальная терапия препаратами широкого спектра действия, а также выскабливание полости матки.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод о важности предгравидарной подготовки супружеских пар. Своевременная диагностика бактериального вагиноза, инфекций, передающихся половым путем, и проведенное лечение до беременности значительно снижает риск преждевременных родов, самопроизвольных выкидышей, хориоамнионита, внутриутробного инфицирования плода, гнойно-септических осложнений в послеродовом периоде.

Диагностика БВ доступна для любой женщины в домашних условиях и заключается в определении pH содержимого влагалища с помощью тестов, которые продаются в любой аптеке в открытом доступе. Норма pH влагалища составляет 3,8–4,5. Увеличение pH в среднем до 6,0 приводит к развитию дисбиоза и говорит женщине о необходимости обращения к врачу для более развернутой диагностики. В условиях стационара врач акушер-гинеколог берет из заднего свода влагалища небольшое количество содержимого и распределяет на предметном стекле.

Существуют различные лабораторные методы постановки данного диагноза. Окраска мазка по Грамму, по Романовскому, 1% спиртовым раствором метиленовым синим с последующей микроскопией мазка. При микроскопии мазка обнаруживаются «ключевые» клетки, единичные лейкоциты и значительное количество кокковой флоры. Многие акушеры-гинекологи применяют аминовый тест, выявляющий «рыбный» запах при добавлении 10% раствора NaOH к влагалищному секрету. Данный метод широко используется и в настоящее время.

Также применяется кольпоскопический метод диагностики. При БВ определяются «пустые клетки». Расширенные капилляры, которые кровоточат и имеют более темную окраску. Используется проба Шиллера, для которой характерна ослабленная окраска. После проведения лечения окраска становится значительно более выраженной. Данный метод диагностики подтверждает отсутствие воспалительных изменений.

При осмотре женщины на кресле с использованием одноразовых стерильных зеркал стенки влагалища имеют розовый цвет, что подтверждает отсутствие признаков воспаления в отличие от вагиноза влагалища неспецифической этиологии. БВ дифференцируют с вагинозом, кандидозным кольпитом, трихомонозом, гонореей. При микроскопии мазка уже можно поставить диагноз в пользу бактериального вагиноза. Диагноз БВ ставится без затруднений на основании характерных симптомов и результатов дополнительных методов диагностики.

На сегодняшний день в лечении БВ широко используют антисептики, хотя всего несколько лет назад дисбиоз влагалища лечили назначением антибиотиков. Среди антибиотиков использовались препараты содержащие метронидазол, крем клиндамицин. В настоящее время схемы лечения были пересмотрены в связи с повышением антибиотикорезистентности, а также повышением частоты кандидозов. Активно применяют препараты содержащие молочную или аскорбиновую кислоту, лактобактерии, которые препятствуют рецидивам бактериального вагиноза.

Даже своевременно назначенная терапия не сразу дает положительный результат [26]. Требуется выполнение повторных анализов для оценки результатов лечения и дальнейшего ведения пациентки. Поэтому терапия бактериального вагиноза включает в себя несколько этапов лечения в связи с частыми рецидивами.

Выводы

Женщине планирующей беременность в ближайшее время необходимо контролировать pH влагалища и тем самым вовремя диагностировать у себя нарушения микробиоценоза влагалища и своевременно обратиться к врачу, что поможет снизить отдаленный риск серьезных осложнений при беременности.

Список литературы

1. Хамошина М.Б. Микробиом влагалища и вагинальные инфекции: современный взгляд на проблему // Эффективная фармокотерапия. 2014. № 11. С. 40–44.

2. Синякова А.А., Болотских В.М., Герасимова Е.Н., Савичева А.М. Динамическая оценка состояния микрофлоры влагалища в первом и втором триместрах беременности у женщин с невынашиванием беременности в анамнезе // Журнал акушерства и женских болезней. 2017. С. 76–77.

3. Радзинский В.Е., Хамошина М.Б., Тулупова М.С., Смирнова Т.В. Микробиом влагалища – стабильность и нестабильность: современный взгляд на проблему// Доктор.ру. 2014. № 1. С. 21.

4. Синякова А.А. Современные представления о микробиоценозе влагалища и его влияние на исходы беременности // Журнал акушерства и женских болезней. 2017. № 6. С. 89–100.

5. Будиловская О.В. Современные представления о лактобациллах влагалища женщин репродуктивного возраста // Журнал акушерства и женских болезней. 2016. № 4. С. 34–43.

6. Костин И.Н. Микробиом человека: наш второй геном // StatusPreesens. Гинекология, акушерство, бесплодный брак. 2013. № 5. С. 9–16.

7. Рымашевский А.Н., Набока Ю.Л., Потапова М.В., Рымашевский М.А., Волков А.Е., Никитина Е.С. Микрофлора генитального тракта при доношенной беременности // Таврический медико-биологический вестник. 2017. № 2–2. С. 140–145.

8. Бондаренко К.Р., Доброхотова Ю.Э., Новик М.Ю. Возможности профилактики поздних акушерских осложнений путем коррекции эндогенной микробиоты // Медицинский алфавит. 2017. № 23. С. 6–14.

9. Бондаренко В.М., Бондаренко К.Р., Рыбальченко О.В., Озолиня Л.А. Особенности микросистемы при бактериальном вагинозе и возможность ее регуляции с помощью пробиотиков // Лечение и профилактика. 2014. № 2. С. 17–27.

10. Кунгурцева Е.А., Джиоев Ю.П., Попкова С.М., Лещенко О.Я., Загвозкина А.В. Патогенный потенциал и взаимовлияние микрофлоры слизистых оболочек открытых полостей различных биотопов как важные факторы их репродуктивного здоровья // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2014. № 6. С. 63–67.

11. Муртазина З.А., Ящук А.Г., Масленников А.В., Фаткуллина И.Б., Берг П.А. Бактериальный вагиноз: проблемы ранней диагностики // Таврический медико-биологический вестник. 2017. № 4. С. 156–161.

12. Менухова Ю.Н. Бактериальный вагиноз: этиопатогенез, клинико-лабораторные особенности // Журнал акушерства и женских болезней. 2013. № 4. С. 79–87.

13. Ипастова И.Д., Маклецова С.А. Вагинальная микробиота: лента новостей // StatusPreesens. Гинекология, акушерство, бесплодный брак. 2013. № 5. С. 18–27.

14. Бондаренко В.М., Бондаренко К.Р. Вагинальная микроэкосистема в норме и патологии // Бюллетень Оренбургского научного центра УРО РАН. 2014. № 1. С. 2.

15. Хамадьянов У.Р., Гумерова И.А., Хамадьянова А.У. Патогенетические аспекты и перинатальные исходы при дородовом разрыве плодных оболочек // Медицинский вестник Башкартостана. 2015. № 6. С. 88–92.

16. Тютюнник В.Л., Кан Н.Е., Ломова Н.А., Меджидова М.К. Терапия урогенитальных инфекций в период беременности // Медицинский совет. 2017. № 2. С. 62–65.

17. Гондаренко А.С., Галина Т.В., Смирнова Т.В., Кузнецова О.А., Маркарян Н.М., Обуканг А. Шкала риска сверхранних преждевременных родов // Доктор.ру. 2016. № 7. С. 53–56.

18. Башмакова Н.В. Сверхранние преждевременные роды: новые результаты // StatusPreesens. Гинекология, акушерство, бесплодный брак. 2014. № 6. С. 13.

19. Кузибаева Р.К., Гранатович Н.Н. Опыт прегравидарной подготовки в профилактике преждевременных родов // Вестник новых медицинских технологий. 2016. № 4. С. 140–144.

20. Князева Т.П. Причины и факторы риска преждевременного разрыва плодных оболочек // Дальневосточный медицинский журнал. 2016. № 2. С. 128–135.

21. Семенов Ю.А., Чулков В.С., Москвичева М.Г., Сахарова В.В. Факторы риска преждевременных родов // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2015. № 6. С. 29–33.

22. Арушанова А.Г., Меджидова М.К., Ломова Н.А., Кан Н.Е., Тютюнник В.Л. Преждевременные роды и преждевременный разрыв плодных оболочек: своевременные принципы диагностики // Эффективная фармакотерапия. 2016. № 43. С. 22–24.

23. Мусалаева И.О., Махтибекова З.А., Кострикова А.В., Эфендиева Ж.М. Роль инфекционно-генетических факторов в реализации преждевременных родов // Вестник Российского университета дружбы народов. 2016. № 2. С. 171–175.

24. Барановская Е.И., Воронецкий А.Н., Жаворонюк С.В. Хориоамнионит // Здравоохранение. 2010. № 1. С. 36–41.

25. Зыков А.С. Факторы риска перинатальной смертности, связанные с преждевременным разрывом плодных оболочек // Медико-социальные проблемы семьи. 2013. № 4. С. 19–24.

26. Петров Ю.А. Семья и здоровье. М.: Медицинская книга, 2014. 312 с.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338.23:336:502/504(450+44)

НА ПУТИ К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ: ОПЫТ ИТАЛИИ И ФРАНЦИИ

Раков И.Д.

ФГБУ «Научно-исследовательский финансовый институт», Москва, e-mail: rakov@nifi.ru

В статье рассмотрены применяемые во Франции и Италии подходы к переориентации национальной экономики от традиционной модели к «зеленой». Выделены основные элементы механизма государственной поддержки «зеленой» экономики. Цель статьи – показать роль государства в формировании «зеленой» экономики. В статье анализируются инструменты государственной поддержки в части финансирования «зеленых» проектов во Франции и Италии. В ходе анализа выявлена специфика стран: в Италии создание платформы по поддержке «зеленого» рынка облигаций и «зеленого» фонда для реализации Киотского протокола; в то время как во Франции применяется множество инструментов поддержки финансирования «зеленых» проектов: «зеленые» казначейские облигации, внедрение «зеленой» маркировки, «зеленые» кредиты, «зеленый» государственный банк и т.п. В обеих странах можно выделить схожие инструменты «зеленой» политики: экологические налоги, льготная тарифная программа. Также в работе проведен регрессионный анализ с целью оценки эффективности мер государственной экологической политики и их влияния на инвестиционные решения бизнеса. Результаты исследования показывают различия и сходство «зеленой» политики в Италии и Франции. Сделан вывод об эффективности проводимой «зеленой» политики во Франции, в то время как в Италии положительное влияние на «зеленые» инвестиции бизнеса оказывают только расходы государства, но осуществление этих расходов одновременно с ужесточением экологической политики приводит к противоположному результату – снижению «зеленых» инвестиций.

Ключевые слова: «зеленые» инвестиции, государственная поддержка, Франция, Италия

ONE THE WAY A GREEN ECONOMY: ITALY AND FRANCE

Rakov I.D.

Financial Research Institute, Moscow, e-mail: rakov@nifi.ru

In the article, we examines the role of state support measures to move from traditional to green economy model based on the experience France and Italy. The main elements of state measures supporting the green economy are emphasized. The aim of the research is to show the high importance of state in development of a green economy. In the article financial state support measures of the green projects had been analyzed on the based the experience of France and Italy. During the study had been revealed specifics of the countries: in the Italy the creation of a platform to maintain a green bond market and a green fund for the implementation of the Kyoto Protocol; in the French the use of various measures for government support green projects: green bonds of public authorities, introduction of green label, green loans, green state bank, etc. There are similar green policy instruments in both countries: environmental taxes, Feed-in Tariff. Also we have conducted a regression analysis in the paper to assess effects of environmental state measures on the business investment decision. The results have shown the differences and similarities in the implementation of green policies in Italy and France. The conclusion is made about the effectiveness of the green policy in France. In Italy, only state expenditures on environmental protection have a positive impact on business green investment. At the same time these expenses with measures of environmental policies have demonstrated the opposite result.

Keywords: «Green» investments, State support, France, Italy

Одной из дискуссионных тем в мире на рубеже XX–XXI вв. выступает формирование «зеленой» экономики, целью внедрения которой является обеспечение сдвига в сторону более устойчивого производства и потребления на национальном уровне посредством полного включения вопросов окружающей среды в процесс принятия решений в соответствии с глобальными приоритетами в области устойчивого развития [1, с. 15].

Но переход к «зеленой» экономике невозможен без построения эффективного механизма финансирования «зеленых» проектов. Существование этого обусловлено рядом факторов: несовершенство рынка в области экологии; высокий уровень консервативности характера экономического развития; трудности корректного измерения «зеленого» роста [2, с. 13–14].

Для преодоления подобных провалов рынка страны формируют государственную политику, направленную на привлечение финансирования в «зеленые» проекты. Среди тех, кто добился успехов в создании механизма финансирования «зеленой» экономики, можно выделить Италию и Францию. Поэтому изучение их опыта по внедрению механизма государственной поддержки, направленного на привлечение финансирования в «зеленые» проекты национальной экономики, с целью оценки эффективности принимаемых мер следует признать актуальным.

Инструменты, стимулирующие развитие «зеленой» экономики: Италия и Франция

Италия. Национальная стратегия по устойчивому развитию в Италии была утверждена правительством в 2002 г. В 2015 г. был принят закон 221/2015 «Мероприятия экологического характера по содействию зеленой экономике и ограничению чрезмерного использования природных ресурсов» (Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali) [3, с. 22], развивающий идеи стратегии.

В закон были включены следующие основные положения [4]:

– установлены требования по обновлению Национальной стратегии по устойчивому развитию (статья 3);

– внедрена добровольная маркировка «Made Green in Italy» для итальянских фирм, соответствующих определенным требованиям, формулируемым к производителям в соответствии с методологией расчета «экологического следа» продуктов (PEF) (статья 21);

– учрежден Комитет по природному капиталу при Министерстве по окружающей среде, земле, морю, который обязан предоставлять отчетность об эффективности политики и действий органов по охране окружающей среды, а также о состоянии окружающей среды и природного капитала для достижения социальных, экономических и экологических целей в соответствии с ежегодными и бюджетными программами (статья 67).

– другие меры государственной поддержки «зеленых» проектов в области энергетики, «зеленых» закупок, обращения с отходами и т.п.

В Италии одним из инструментов по переориентации инвестиций из традиционных секторов экономики в «зеленые» выступают экологические налоги. Экологические налоги – это налоги, объект налогообложения которых имеет доказанное специфическое негативное влияние на окружающую среду и включается в Европейскую систему счетов. Согласно Евростату все экологические налоги делятся на следующие группы: энергетические налоги; транспортные налоги; налоги на загрязнение окружающей среды; налоги на ресурсы [5].

В Италии размер экологических налогов достиг 3,39% от ВВП в 2015 г. (в ЕС (28) 2,44% от ВВП в 2015 г.) [6]. Выделяется три основных категории таких налогов [7, с. 2]:

– энергетические налоги (налоги на минеральные масла и их производные, неконденсируемые газы, метановый газ, жидкий пропан, потребление электроэнергии и угля);

– транспортные налоги (автомобильный налог с домохозяйств и компаний, государственный налог на регистрацию автотранспортных средств, налог на страхование автогражданской ответственности);

– налог на загрязнение окружающей среды (региональный специальный налог на свалку, налог на диоксид серы (SO_2) и оксид серы (SO), региональный налог на охрану окружающей среды, региональный налог на производимый самолетом шум и др.).

Согласно информации статистического органа Италии «Instituto nazionale di statistica», доля экологических налогов значима в налоговых доходах бюджета (около 7,8% за 2015 гг.). Ведущую роль в них играют энергетические налоги, доля которых в экологических налогах составляет 81,5%. На втором месте транспортные налоги (17,4%). На третьем месте налоги на загрязнение окружающей среды (1,1%). Следует заметить, что в структуре энергетических налогов наибольшую долю занимают акциз на минеральные масла (45,9%) и акциз на электричество и плата за возобновляемые источники энергии (27,4%) [8].

К налоговому регулированию развития «зеленой» экономики также можно отнести налоговый вычет и понижение налоговой ставки. Налоговый вычет предоставляется при проведении мероприятий по повышению энергоэффективности зданий. Сниженная налоговая ставка на НДС 10% (вместо 20%) применяется на расходы, связанные с инвестициями в возобновляемые источники энергии (солнечные и ветряные установки, распределительные сети к ним). Муниципалитеты имеют возможность устанавливать пониженные ставки налога на недвижимость для зданий, оснащенных установками возобновляемой энергии.

Отдельные компании Италии осуществляют заимствования посредством выпуска корпоративных «зеленых» облигаций (например, SunPower (195,2 млн евро в 2010 г.), Hera (500 млн евро в 2014 г.)). Привлекаемые средства направляются на финансирование проектов в сфере возобновляемых источников энергии и энергоэффективности. Государство поддерживает развитие рынка «зеленых» облигаций по следующим направлениям [9, с. 128–132]:

– предоставление Министерством экономики и финансов через Итальянское экспортное кредитное агентство (далее SACE) государственных гарантий для повышения кредитного рейтинга заемщика и снижения процентной ставки (например, для «SunPower»);

– создание в 2012 г. технологической платформы «Minibond market», через SACE и государственным Центральным гарантийным фондом (Fondo Centrale di Garanzia) осуществляется поддержка проектов малого и среднего бизнеса (в форме предоставления государственных гарантий).

В качестве еще одного государственного института, способствующего развитию «зеленого» финансирования, выступает Фонд Киото (Fondo Kyoto), созданный правительством Италии в рамках закона о государственном бюджете 2007 г. (Legge Finanziaria 2007) для исполнения Киотского протокола. Фонд предоставляет льготные кредиты (ставка 0,25%) на повышение энергоэффективности общественных учреждений: в школах, детских садах, университетах и других государственных учреждениях на 20 лет [10].

В Италии выстроена система поддержки «зеленой» экономики, суть которой переложить расходы с инвесторов на конечных потребителей. Она включает следующие инструменты [11]:

– Квота на биотопливо (Obbligo di immissione). Механизм определяет необходимую долю добавления био в топливо для перевозок. Затраты включены в цену бензина.

– Публичная продажа. При превышении определенных мощностей производитель электроэнергии из возобновляемых источников может получить премиальный тариф после прохождения тендера.

– Льготные тарифные программы:

1. «Tariffa onnicomprensiva» – механизм стимулирования, при котором чистая продажа энергии из возобновляемых источников в сеть осуществляется по фиксированному тарифу. Данная схема может применяться только для предприятий, производящих от 1 кВТ до 0,5 мВт;

2. «Ritiro dedicato» – механизм стимулирования, где продажу электроэнергии осуществляет государственная компания «Gestore Servizi Energetici» от имени производителя, деятельность которой направлена на достижение и обеспечение экологической устойчивости с помощью источников возобновляемой энергии и энергоэффективности. Ставка определяется как среднерыночная цена на данном рынке или используется минимальный гарантированный тариф.

– Премиальный тариф (Conto energia per il solare termodinamico) – механизм стимулирования солнечной энергетики, который предоставляет дополнительную надбавку при продаже электроэнергии в сеть.

– Другие меры поддержки.

Франция. В национальном законодательстве Франции в области экологической политики выделяются два основных закона: Закон по энергетическому переходу к зеленому росту (La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, 2015 (далее LTECV)) и Закон по восстановлению биоразнообразия, природы и ландшафта (Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, 2016). Также экологическая политика во Франции поддерживается рядом национальных стратегий и программ, таких как [12, с. 5]:

– Низкоуглеродная национальная стратегия (2015) (Low-carbon National Strategy);

– Национальная стратегия по экологическому переходу к устойчивому развитию 2015–2020 (Environmental Transition for Sustainable Development National Strategy 2015–2020);

– Национальная стратегия по сохранению биоразнообразия 2011–2020 (Biodiversity National Strategy 2011–2020);

– Национальный план по охране окружающей среды 2015–2019 (Health-Environment National Plan 2015–2019);

– Инвестиционный план на 2010–2014–2017 по программе инвестиции в будущее (Programme d'Investissement d'Avenir (PIA) Invest for the Future Plan 2010–2014–2017).

Закон по восстановлению биоразнообразия, природы и ландшафта создает законодательные рамки по защите биоразнообразия и устанавливает создание Французского агентства по биоразнообразию [13, с. 2]. Закон по энергетическому переходу к зеленому росту задает правовую основу для подготовки и создания постнефтяной энергетической модели, которая решит проблемы, связанные с энергоснабжением, изменением цен, истощением ресурсов и защитой окружающей среды [14]. Стоит отметить, что в законе LTECV изложены положения по поддержке «зеленых» инвестиций.

Во-первых, в статье 173 определены параметры раскрытия информации, связанной с климатом; положения по внедрению в финансовый сектор климатических аспектов; обязательства по регулярной публикации «климатической отчетности» и установлена структура этой отчетности для институциональных инвесторов [13, с. 2–3].

В частности, в отчете субъекты должны: обосновать причину выбора критериев, связанных с соблюдением экологических целей; описать используемую методологию анализа; указать связь с климатическими рисками, дать оценку своего вклада в снижение глобального потепления и т.п. [15, с. 30].

Во-вторых, закон требует от компаний и финансовых учреждений сообщать о «климатических рисках», связанных с по-

следствиями изменения климата, и мерах, принимаемых по их смягчению.

Климатический риск включает в себя физические риски (риски, связанные с изменением климата (пожары, наводнение и др.), или риски, связанные с физической уязвимостью активов (пригодность водных ресурсов, издержки на возмещение ущерба, ответственность за последствия, связанные с изменением климата, и др.)), и переходный риск (снижение ценности углеродных активов, появление новых игроков, «блокированные активы» и др.) [15, с. 25].

Для содействия в привлечении «зеленого» финансирования на энергетические и экологические проекты во Франции в 2015 г. для инвестиционных фондов создана официальная маркировка «Transition Energetique et Ecologique pour le Climat». Маркировка дает гарантию качества и прозрачности инвесторам, что их средства направляются в «зеленые» проекты. Стоит подчеркнуть, что данная маркировка охватывает широкий круг видов деятельности: транспорт, энергетику, строительство и переоборудование зданий, сельское и лесное хозяйство, управление отходами / загрязнением и адаптацию к изменению климата [16, с. 3].

Поступления в бюджет финансовых ресурсов, направляемых на цели энергетического и экологического перехода, формируются из двух основных источников: за счет системы экологических налогов и посредством выпуска «зеленых» облигаций.

Доходы от экологических налогов во Франции составили в 2014 г. 44 млрд евро или 2,1% от ВВП (22 место из 28 стран ЕС), а в 2015 г. – 47 млрд евро. Наибольшая доля (около 81% на 2015 г. от общей суммы экологических налогов) приходится на энергетические налоги (например, внутренний налог на потребление топливно-энергетических товаров; внутренний налог на конечное потребление электроэнергии). Также существенен вклад в доходы бюджета транспортных налогов (например, налог на регистрацию транспортного средства или содержание транспортного средства, загрязняющего окружающую среду) и налогов на загрязнение окружающей среды (например, общий налог на загрязняющую деятельность). Их доля в доходах составляет соответственно 13% и 5% от общей суммы экологических налогов. Наименьшая доля приходится на налоги на ресурсы (менее 1%), при этом наибольшие поступления приносит плата за забор воды. Также выделяется группа налогов, которые можно отнести к «зеленым», но они не учитываются как экологические налоги Евростатом. Такие налоги приносят 6,5 млрд евро доходов и к ним относятся налог и сбор за вывоз бытового мусора [17, с. 18–21].

Зачисляются доходы от экологических налогов не только в государственный бюджет, но и в различные фонды, организации, агентства и на целевые счета. Например, доходы от общего налога на загрязняющую деятельность направляются в Агентство по охране окружающей среды и энергоэффективности (L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – далее ADEME) и в бюджет государства; доходы от налога с покупки новых специальных транспортных средств, наиболее загрязняющих окружающую среду, направляются на целевой счет «помощь в приобретении экологически чистых транспортных средств» [17, с. 110–118].

Вторым источником финансирования энергетического и экологического перехода являются «зеленые» облигации. «Зеленые» облигации являются новым инструментом и выпускаются Агентством Франс Трезор (Agence France Trésor – далее AFT), которое занимается управлением государственным долгом и свободными средствами государства. Полученные средства в рамках «зеленых» казначейских облигаций направляются на «зеленые» государственные расходы, которые включают в себя налоговые, инвестиционные и другие расходы, связанные с вмешательством государства в целях реализации климатической и экологической политики.

В 2017 г. AFT объявила о первом запуске «зеленых» казначейских облигаций «OAT verte» (Obligations assimilables du Trésor) в размере 7 млрд евро под 1,75% со сроком погашения на 22 года [18].

Государственное «зеленое» финансирование осуществляется посредством покрытия расходов местных органов власти, компаний и домашних хозяйствам по следующим направлениям [13, с. 3–4]:

− здания (повышение энергоэффективности зданий);

− транспорт (поощрение и увеличение общественного транспорта, повышение энергоэффективности, сокращение использования и снижение углеродоемкости транспортных средств);

− энергетика (развитие возобновляемых источников энергии);

− биологические ресурсы (устойчивое управление лесным хозяйством, сохранение биоразнообразия и охрана окружающей среды на суше);

− адаптация (мониторинг за экстремальными погодными явлениями и исследования по адаптации к ним);

– загрязнение и экоэффективность (мониторинг и контроль за загрязнением окружающей среды, переработка отходов).

Таким образом, государственные расходы, направленные на поддержку финансирования «зеленых» проектов, можно разделить на четыре группы, такие как [12, с. 8]:

1. Налоговые расходы. Включают в себя налоговые кредиты для компаний и домашних хозяйств, реализующих проекты в сфере «зеленых» технологий. Например, налоговый кредит по повышению энергоэффективности, который дается на переоборудование зданий: изоляционные работы, установка возобновляемых энергетических мощностей и т.п.; налоговый кредит для компаний, продвигающих использование своими сотрудниками общественный транспорт (при условии массового использования общественного транспорта) [12, с. 46].

2. Прямые инвестиции государства в проекты в области охраны окружающей среды. Осуществляются на основе планов государственных инвестиций в технологические инновации или посредством финансирования материальных активов, используемых государственными учреждениями, отвечающими за климатическую и экологическую политику.

3. Текущие расходы. Финансирование расходов государственных департаментов и учреждений, включающих в себя расходы на государственные академические исследования, финансирование специализированного агентства ADEME, финансирование выполнения отдельных функций органов власти (транспортное планирование и т.д.).

ADEME – государственный орган, который отвечает за политику в области охраны окружающей среды, энергетики и устойчивого развития. Оказывает консультационные услуги предприятиям, органам государственной власти и общественности, а также осуществляет финансовую поддержку в области «зеленой» экономики [19]. ADEME как институт развития несет ответственность за инфраструктурные проекты, реализуемые крупными группами или консорциумами. В качестве инструментов финансовой поддержки агентством используется [20, с. 130]: 1) субсидии научно-исследовательским организациям (10% средств Программа «Инвестиции в будущее»); 2) долевое финансирование крупных предприятий и компаний ETI (Les entreprises de taille intermédiaire), которые относятся к классу предприятий между МСП и крупными компаниями.

Поддержку многочисленных небольших компаний осуществляет государственный инвестиционный банк (La Banque publique d'investissement, Bpifrance). Одним из направлений его деятельности выступает финансовая поддержка энергетического перехода и программ в области окружающей среды (кредитование, прямые инвестиции). Например, банк ежегодно предоставляет 800 млн евро малым и средним предприятиям, которые развивают возобновляемые источники энергии [21].

Основными инструментами поддержки «зеленого» финансирования Bpifrance являются кредит Éco-énergie и «зеленый» кредит. Кредит Éco-énergie предоставляется по льготной процентной ставке и его размер составляет от 10 до 50 тыс. евро при финансировании проекта по установке и модернизации оборудования, особенно для потребителей энергии. «Зеленый» кредит направлен на улучшение экологических показателей производственных процессов и продуктов в промышленности в рамках программы инвестиций в будущее (Programme d'Investissement d'Avenir), так как банк является ее государственным исполнителем. В 2014 г. на «зеленые» кредиты компаниям было выделено 340 млн евро [20, с. 128–129].

4. Трансферты. Включают в себя различные субсидии: местным властям (например, общественный транспорт); операторам общественного транспорта; операторам, отвечающим за биоразнообразие (например, национальные парки).

Также во Франции существует льготная тарифная программа (Tarif d´achat), которая гарантирует производителям ВИЭ продажу энергии по определенному тарифу. Данный инструмент направлен преимущественно на поддержку небольших установок возобновляемой энергии, которые нуждаются в развитии технологий (например, плавучие ветроэнергетические установки). При этом данный инструмент поддержки постепенно заменяется премиальным тарифом (Complément de rémunération par guichet ouvert) [22]. По этой схеме поддержки производителю электроэнергии из возобновляемых источников дается дополнительная надбавка к стоимости электроэнергии на рынке. Все затраты, связанные с этими программами, во Франции компенсируются за счет конечных потребителей [23].

На основе проведенного анализа можно выделить схожие элементы «зеленой» политики в Италии и Франции, а также различия, обусловленные страновой спецификой. Общие основные аспекты «зеленой» политики: 1) внедрение экологического законодательства в экономику, 2) экологический налог и 3) льготные тарифные программы,

4) использование «зеленой» маркировки, 5) «зеленое» кредитование, 6) создание специализированного органа власти, контролирующего проведение «зеленой» политики.

Страновые различия в проведении «зеленой» политики:

Италия: создание государственного института развития «Фонд Киото» в целях реализации Киотского протокола; поддержка государством рынка «зеленых» облигаций посредством предоставления государственных гарантий для снижения риска и создание технологичной платформы для малого и среднего бизнеса.

Франция: выпуск «зеленых» казначейских облигаций; предоставление полномочий государственному банку по выдаче «зеленых» кредитов.

Анализ эффективности «зеленой» политики в Италии и Франции

В основу анализа эффективности мер государственной поддержки финансирования «зеленых» проектов, рассматриваемых по странам положены идеи проведенных ранее исследований (НИФИ, 2017 [24]; Раков, 2017 [25]). Модель, описывающая влияние государства на «зеленые» инвестиции частного сектора, имеет следующие спецификации:

$$y_t = a + (\beta_1 + \beta_2(L^j)x_{2,t}) \times \\ \times (L^i)x_{1,t} + \beta_2(L^j)x_{2,t} + \varepsilon_t \qquad (1)$$

или

$$y_t = a + \beta_1(L^i)x_{1,t} + \beta_2(L^j)x_{2,t} + \\ + \beta_3 \times (L^i)x_{1,t} \times (L^j)x_{2,t} + \varepsilon_t, \qquad (2)$$

где y_t – объем «зеленых» инвестиций частного сектора, связанных с защитой окружающей среды и рациональным использованием ресурсов, в t году, $x_{1,t}$ – государственные расходы на защиту окружающей среды; $x_{2,t}$ – индекс жесткости экологической политики (проводимая экологическая политика в t году). ε_t – случайная ошибка. L – наличие временного лага в один год (i, j ≤ 1), возникающего из-за временного разрыва между принятыми государством мерами и инвестиционным решением.

Стоит отметить, что во втором уравнении переменная ($x_1 \times x_2$) отображает совместное влияние на объем «зеленых» инвестиций расходов государства на окружающую среду (x_1) и экологической политики (x_2), где x_2 является переменной-модератором (moderator variable).

Подробная информация о модели с переменной-модератором (moderator variable) и ее интерпретации представлена, например, в работах (Fairchild, MacKinnon, 2009) [26] и (Williams, 2015) [27]. В экономике подобную спецификацию использовали в своих работах (Okada, 2013) [28] и (Defever, Suedekum, 2014) [29].

Оценка параметров модели проводится методом наименьших квадратов. Спецификация модели по каждой стране определяется исходя из значимости независимых переменных по t-критерию. Проверка на наличие автокорреляции в остатках осуществляется с помощью критерия Дарбина – Уотсона [30] на уровне значимости 5 %, значительных одношаговых автокорреляций не было выявлено. Тесты на стационарность временного ряда и на гетероскедастичность случайных остатков опускаются из-за маленького объема выборки.

Используемые данные по Франции (1996–2010 гг.) и Италии (1998–2011 гг.) для регрессионного анализа представлены в табл. 1. «Зеленые» инвестиции бизнеса и государственные расходы на защиту окружающей среды) по странам были скорректированы на индекс потребительских цен (ИПЦ) (2010). Взяты разности натуральных логарифмов показателей «зеленых» инвестиций бизнеса и государственных расходов на защиту окружающей среды, абсолютный прирост индекса жесткости экологической политики.

В табл. 2 представлены результаты регрессионного анализа, которые свидетельствуют об эффективности мер государственной поддержки в привлечении «зеленых» инвестиций бизнеса при прочих равных условиях. Все полученные уравнения значимы по F-критерию Фишера на уровне значимости 5 %. Включенные независимые переменные в модели описывают 40 % и 48 % общей вариации «зеленых» инвестиций, осуществляемых бизнесом, во Франции и Италии соответственно.

На основе полученных результатов формулируются следующие выводы:

1. Во Франции реализуемые меры экологической политики приводят к росту «зеленых» инвестиций бизнеса в среднем на 11,7 % в год, при этом рост расходов государства на 1 % приводит к росту «зеленых» инвестиций бизнеса на 1,254 %.

2. В Италии на «зеленые» инвестиции, осуществляемые бизнесом, также оказывают влияние государственные расходы и проводимая государством экологическая политика. В результате рост расходов государства на 1 % приводит к росту «зеленых» инвестиций бизнеса на 5,60 %.

3. Показатель экологической политики в Италии является переменной-модератором для государственных расходов и имеет обратное воздействие, суть которого в том, что при увеличении индекса жесткости экологической политики на 1 единицу происходит снижение притока частных «зеленых» инвестиций в среднем на 16,24% на 1% дополнительных государственных инвестиций.

4. Вывод о значимости влияния «зеленой» государственной политики во Франции и Италии на инвестиционные решения, принимаемые бизнесом в секторе «зеленой» экономики, подтверждается результатом регрессионного анализа, так как включенные независимые переменные (политика государства) в модели описывают соответственно 40% и 48% общей вариации «зеленых» инвестиций, осуществляемых бизнесом.

Таблица 1

Используемые показатели

Показатели	Источник данных
Индекс жесткости экологической политики (показывает жесткость экологической политики, которая определяется как цена за загрязнение окружающей среды и измеряется от 0 (нежесткая) до 6 (жесткая))	Environmental Policy Stringency Index // OECD.Stat. URL: http://stats.oecd.org/index.aspx?DatasetCode=EPS
«Зеленые» инвестиции бизнеса	Explore international time-series data from the UK Data Service Dataset: Environmental protection expenditure and revenues (Франция, Италия) (Sector – Total; Tables – Business sector total + Private specialised producers of EPS; Expenditure – Investments). URL: https://stats.ukdataservice.ac.uk/
Государственные расходы на защиту окружающей среды	Explore international time-series data from the UK Data Service Dataset: Environmental protection expenditure and revenues (Франция, Италия) (Sector – Total; Tables – Public sector + Public specialised producers of EPS; Expenditure – Investments + Total current expenditure (Italy), Expenditure II (France)). URL: https://stats.ukdataservice.ac.uk/

И с т о ч н и к : составлено автором.

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа

Параметры регрессии	Франция		Италия	
	1996–2010 гг. (n = 15)		1998–2011 гг. (n = 14)	
	β_i	t-test	β_i	t-test
Intercept	–0,038	–1,254	–0,069	–1,239
$x_{1,t}$	1,254*	2,717	5,597**	3,599
$x_{2,t}$	0,117*	2,198		
$x_{1,t} \times x_{2,t}$			–16,24*	–2,630
$x_{1,t} \times x_{2,t-1}$				
F-test (*p-value*)	5,574 (0,019)		6,883 (0,012)	
R^2_{adj}	0,40		0,48	
DW (d_u)	1,969 (1,543)		2,327 (1,562)	

П р и м е ч а н и е . ** $p < 1\%$; * $p < 5\%$. *Источник:* Франция и Италия рассчитаны автором в EViews, статистика Дарбина – Уотсона (https://www3.nd.edu/~wevans1/econ30331/Durbin_Watson_tables.pdf).

Выводы

Опыт Франции и Италии по переходу к «зеленой» экономике указывает, что обе страны активно формируют механизмы для стимулирования притока «зеленых» инвестиций в свои экономики и сдерживания отраслей, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. При этом важную роль в формировании данного механизма играет государство.

Опыт Италии и Франции также демонстрирует использование схожих инструментов «зеленой» политики: экологические налоги, предоставление «зеленых» кредитов, внедрение «зеленой» маркировки, льготные тарифные программы и т.п. Однако наблюдаются различия в данной политике. Например, выпуск «зеленых» казначейских облигаций осуществляется во Франции, создание Фонда Киота и предоставление государственных гарантий на «зеленые» проекты – специфика Италии.

Результаты проведенного эконометрического анализа показывают прямую зависимость между расходами государства на защиту окружающей среды и капитальными расходами бизнеса. Также выявлена взаимосвязь между проводимой «зеленой» политикой государства и инвестиционными решениями бизнеса во Франции, доказывающая высокую эффективность применяемых инструментов по привлечению «зеленых» инвестиций. В Италии, наоборот, ужесточение «зеленой» политики даже осуществляемое с увеличением расходов на защиту окружающей среды приводит к оттоку капитала из «зеленых» проектов, что может указывать на недостаточную эффективность реализуемых мер.

Как показало исследование, несмотря на применение схожих инструментов стимулирования «зеленой» экономики результаты могут оказаться различными в разных странах. Существует также вероятность ошибочности модели из-за ограниченности статистических данных, что создает основу для дальнейших исследований в данной области.

Список литературы

1. Яковлев И.А., Кабир Л.С. Механизм финансирования «зеленых» инвестиций как элемент национальной стратегии финансирования устойчивого развития // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. 2018. № 3 (43). С. 9–20. DOI: 10.31107/2075-1990 -2018-3-9-20.

2. Яковлев И.А., Кабир Л.С., Никулина С.И., Раков И.Д. Финансирование «зеленого» экономического роста: концепции, проблемы, подходы // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. 2017. № 3 (37). С. 9–21.

3. Financing the Future: Report of the Italian National Dialogue on Sustainable Finance / MATTM & United Nations Environment Programme. 2016. URL: http://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/Report%20of%20the%20Italian%20National%20Dialogue%20on%20Sustainable%20Finance.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

4. LEGGE 28 dicembre 2015, n. 221. Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali (16G00006) (GU n.13 del 18-1-2016) // Normattiva. URL: http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2015-12-28;221 (дата обращения: 03.11.2018).

5. Environmental taxes – A statistical guide / Eurostat. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5936129/KS-GQ-13-005-EN.PDF/706eda9f-93a8-44ab-900c-ba8c2557ddb0?version=1.0 (дата обращения: 31.10.2018).

6. Environmental tax revenues // Eurostat. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/data/database (дата обращения: 03.11.2018).

7. Le imposte ambientali in Italia / Istituto nazionale di statistica. 2007. URL: http://www.istat.it/it/files/2011/02/8-I-ImposteAmbientali1990-2005.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

8. Environmental tax revenue / Istituto nazionale di statistica. 2016. URL: http://dati.istat.it/Index.aspx?lang=en&SubSessionId=06587040-1c7a-485f-97d6-911d4b8e5c30&themetreeid=9 (дата обращения: 03.11.2018).

9. Cochu A. et al. Study on the potential of green bond finance for resource-efficient investments / Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. URL: http://ec.europa.eu/environment/enveco/pdf/potential-green-bond.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

10. Fondo Kyoto – Efficientamento energetico degli edifici scolastici // CDP. 2016. URL: https://www.cdp.it/Clienti/Government-PA/Ambiente/Efficientamento-Energetico-Edifici-Scolastici/Kyoto.kl (дата обращения: 03.11.2018).

11. Dr. Moïra Jimeno. Promotion in Italy // RES LEGAL Europe. 2017. URL: http://www.res-legal.eu/search-by-country/italy/tools-list/c/italy/s/res-e/t/promotion/sum/152/lpid/151/ (дата обращения: 30.10.2018).

12. Green OAT Financing the transition: Bringing together the Best of Both Worlds / Agence France Trésor. 2017. URL: http://www.aft.gouv.fr/documents/ %7BC3BAF1F0-F068-4305-821D-B8B2BF4F9AF6 %7D/publication/attachments/25560.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

13. République Française Framework for the Green OAT 10th January 2017 / Agence France Trésor. 2017. URL: https://docplayer.net/40831839-Republique-francaise-framework-for-the-green-oat-10-th-january-2017.html (дата обращения: 26.10.2018).

14. Loi de transition énergétique pour la croissance verte // Ministère de la Transition écologique et solidaire. 2016. URL: http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte (дата обращения: 03.11.2018).

15. Article 173: décryptage – Guide sur la loi de transition énergétique et son décret d'application / Fédération Française de l'Assurance. 2016. URL: https://www.ffa-assurance.fr/file/1541/download?token=PG3A_rsC (дата обращения: 03.11.2018).

16. Label «Transition énergétique et écologique pour le climat». Référentiel / Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. URL: https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-27551-referentiel-label-transition-energetique.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

17. La fiscalité environnementale en France: un état des lieux / Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. 2017. URL: http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th %C3 %A9ma %20- %20Fiscalit %C3 %A9 %20environnementale %20- %20Un %20 %C3 %A9tat %20des %20lieux.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

18. Launch of the green OAT 1.75% 25 June 2039 // Agence France Trésor. 2017. URL: http://www.aft.gouv.fr/articles/lancement-de-l-oat-verte-1-75-25-juin-2039_12865.html (дата обращения: 03.11.2018).

19. L'ADEME en bref // ADEME. URL: http://www.ademe.fr/connaitre (дата обращения: 03.11.2018).

20. Rapport d'information n°3097 sur la Banque publique d'investissement / Bpifrance. 2015. URL: http://www.assemblee-nationale.fr/14/pdf/rap-info/i3097.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

21. La transition énergétique pour la croissance verte // GOUVERNEMENT.fr. 2017. URL: http://www.gouvernement.fr/action/la-transition-energetique-pour-la-croissance-verte (дата обращения: 03.11.2018).

22. Celine Najdawi. Feed-in tariff (Tarif d´achat) // RES LEGAL Europe. 2017. URL: http://www.res-legal.eu/search-by-country/france/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-tarif-dachat/lastp/131/ (дата обращения: 03.11.2018).

23. Céline Najdawi. Premium tariff (Complément de rémunération par guichet ouvert) // RES LEGAL Europe. 2017. URL: http://www.res-legal.eu/search-by-country/france/single/s/res-e/t/promotion/aid/premium-tariff-complement-de-remuneration-par-guichet-ouvert/lastp/131/ (дата обращения: 03.11.2018).

24. Практический опыт поддержки «зеленого» финансирования (на примере стран «Группы двадцати» / науч. рук. Яковлева И.А.: Научно-исследовательский финансовый институт (НИФИ). 2017. URL: https://www.minfin.ru/ru/perfomance/international/cooperation/G20/green/# (дата обращения: 31.10.2018).

25. Раков И.Д. Механизмы поддержки финансирования «зеленых» проектов: опыт стран // Актуальные проблемы экономики и права. 2017. Т. 11. № 2. С. 67–82. DOI: 10.21202/1993-047X.11.2017.2.67-82.

26. Fairchild A.J., MacKinnon D.P. A general model for testing mediation and moderation effects. Prevention Science. 2009. Т. 10. № 2. С. 87–99.

27. Williams R. Interaction effects between continuous variables (Optional). 2015. URL: https://www3.nd.edu/~rwilliam/stats2/l55.pdf (дата обращения: 03.11.2018).

28. Okada K. The interaction effects of financial openness and institutions on international capital flows. Journal of Macroeconomics. 2013. vol. 35. P. 131–143.

29. Defever F., Suedekum J. Financial liberalization and the relationship-specificity of exports. Economics Letters. 2014. vol. 122. no. 3. P. 375–379.

30. Durbin J., Watson G.S. Testing for serial correlation in least squares regression. III. Biometrika. 1971. Т. 58. № 1. P. 1–19.