АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
«ACADEMY OF NATURAL HISTORY»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНЫХ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED AND FUNDAMENTAL RESEARCH

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

Импакт фактор РИНЦ – 0,731

№ 12 2017
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)

МОСКВА «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» **18+**

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).

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

ISSN 1996-3955

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

E-mail: edition@rae.ru

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

Подписано в печать 29.12.2017
Дата выхода номера 29.01.2018

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

Распространение по свободной цене

Усл. печ. л. 21,25
Тираж 500 экз.
Заказ МЖПиФИ 2017/12

© НИЦ «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бусарев А.В., Селюгин А.С., Хисамеева Л.Р., Шинкарев Н.О. 223

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ В КАЧЕСТВЕ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Вяткина Е.А., Лютаревич А.Г., Пугачева Е.А., Тевс В.В. 228

ОБЖИГ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ АРСЕНОПИРИТНОЙ РУДЫ В АТМОСФЕРЕ ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Палеев П.Л., Гуляшинов П.А., Гуляшинов А.Н., Антропова И.Г. 233

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МАНИПУЛЯТОРОВ С КРУГОВОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ

Фомин А.С. 238

Физико-математические науки

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ЭЛЕКТРОНАМИ НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК NI-MN-GA

Грибов И.В., Данилов С.Е., Дубинин С.С., Марченкова Е.Б., Немытова О.В., Носов А.П., Обухов С.И. 242

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ NI@C

Новиков С.И., Конев А.С., Уймин М.А., Ермаков А.Е., Привалова Д.В., Майков В.В. 247

Химические науки

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕХАНООБРАБОТКИ НА ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГУДРОНА

Сурков В.Г., Певнева Г.С., Головко А.Г. 252

Медицинские науки

НИКОТИНОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ И ФАКТОРЫ, МОТИВИРУЮЩИЕ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ЕЕ

Ануварбекова А.А., Уланбекова Т.У. 257

КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ФИКСАЦИИ КОСТНЫХ ОТЛОМКОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ У СОБАК

Батпенов Н.Д., Набиев Е.Н., Ишмаков Р.О., Тусупжанов М.М., Шапулатов А.А., Кусаинов М.С. 262

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РСО-АЛАНИЯ

Бидарова Ф.Н., Сидакова Т.М., Кисиева М.Т. 267

ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОЙ КРОВИ И Т-ЛИМФОЦИТЫ У БОЛЬНЫХ АЛКОГОЛИЗМОМ; ЗАЩИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АСКОРБАТА ЛИТИЯ

Ветлугина Т.П., Савочкина Д.Н., Рощина О.В., Никитина В.Б., Мартыненко Л.И., Плотников Е.В. 272

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ МАЛОБЕРЦОВОЙ КОСТИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ПРИ ЗАМЕЩЕНИИ ДЕФЕКТОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ АУТОТРАНСПЛАНТАТОМ МАЛОБЕРЦОВОЙ КОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ И НАВИГАЦИИ

Калакуцкий Н.В., Петришин В.Л., Приходько В.И. 277

ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ РЕКТОВАГИНАЛЬНЫХ СВИЩЕЙ

Карташев А.А., Смолькина А.В., Макаров С.В., Дёмин В.П., Барбашин С.И., Мидленко И.И. 282

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ (HLA-A, -B, -C, -DRB1, -DQB1) ПОПУЛЯЦИИ ОСЕТИН СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Кузьминова Е.П., Чапова Р.С., Хамаганова Е.Г. 287

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ВЫЯВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ТЕЧЕНИЯ ВРОЖДЕННОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

Хальчицкий С.Е., Согоян М.В., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Кокушин Д.Н., Филиппова А.Н. 292

ПАТОЛОГИЯ ПЛАЦЕНТЫ ПРИ ЗАДЕРЖКЕ РОСТА ПЛОДА
Щеголев А.И., Туманова У.Н. 297

Биологические науки

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
Бозшатаева Г.Т., Касымбекова А.И., Оспанова Г.С., Турабаева Г.К., Кыдыралиева М.Б. 302

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНОГО В ДО- И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОДЫ
Калугина Н.М., Артеменко М.В., Мишустин В.Н., Щекина Е.Н. 307

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САЛЬНЫХ (МЕЙБОМИЕВЫХ) ЖЕЛЕЗ ВЕКА КРЫСЫ С ИНТЕГРИРОВАННЫМ ГЕНОМ ГОРМОНА РОСТА ЧЕЛОВЕКА
Кинжибулатова Р.Ж., Дыбан П.А. 312

ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО РЕКОМБИНАНТНОГО АПОЛИПОПРОТЕИНА А-I ДЛЯ ПЕРЕНОСА НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ
Котова М.В., Рябченко А.В., Трифонова Н.В., Князев Р.А., Поляков Л.М. 317

ИЗУЧЕНИЕ ЭМБРИОТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДНОЦЕПОЧЕЧНОЙ ВЫСОКОПОЛИМЕРНОЙ РНК ИЗ SACCHAROMYCES CEREVISIAE
Ямковой В.И., Ямковая Т.В., Мамаев А.Л., Пыхтина М.Б., Поляков Л.М. 322

Сельскохозяйственные науки

ИСТОЧНИКИ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗИМОСТОЙКИХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В ВОЛГО-ВЯТСКОМ РЕГИОНЕ
Уткина Е.И., Кедрова Л.И., Парфенова Е.С. 326

Науки о Земле

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВЕКОВ В КНИГЕ А.П. ЭНГЕЛЬГАРДТА «ЧЕРНОЗЕМНАЯ РОССИЯ»
Грошева О.А. 331

Экономические науки

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ
Менюк С.Г., Менюк Е.Н., Дядичев В.В., Борисова О.В. 336

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕТОДИК ДЛЯ ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН
Урамаева Д.Э., Сихимбаев М.Р., Байкенова Г.Г. 342

ПРАКТИКА ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ИНФРАСТРУКТУРУ НА ПРИМЕРЕ США И КАНАДЫ
Урумов Т.Р., Раков И.Д. 347

Педагогические науки

ФОРМИРОВАНИЕ ОПЫТА СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА В ВУЗЕ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ
Коваленко Е.В. 352

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «БАЛЕТ И СИНТЕЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ ИСКУССТВ» В УСЛОВИЯХ МИРОВЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ
Портнова Т.В. 357

Психологические науки

К ПРОБЛЕМЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ШКОЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
Казанцева Л.А., Карпушкина Н.В., Конева И.А. 361

Исторические науки и археология

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИЧИНАХ ПОЯВЛЕНИЯ ПОЛЯКОВ В СИБИРИ XIX ВЕКА НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛА «РУССКИЙ АРХИВ»
Пяткова С.Г. 365

ВОПРОСЫ РАЗДЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛАХ КАЗАНИ В 1943–1954 ГОДАХ
Садыков Ш.Ф. *370*

Филологические науки

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОНЦЕПТА «ПАТРИОТ» В РУССКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ СОЗНАНИИ НА МАТЕРИАЛЕ ЦЕПОЧЕЧНОГО И СВОБОДНОГО АССОЦИАТИВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
Сырова Н.С., Ивченко Е.В., Добрякова В.Л. *375*

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

Сельскохозяйственные науки

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ CD НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ
Епимахов В.Г. *379*

CONTENTS

Technical sciences

SOME ASPECTS OF THE TREATMENT OF OILY WASTE RESULTING FROM THE STORAGE OF FUELS AND LUBRICANTS
Busarev A.V., Selyugin A.S., Khisameeva L.R., Shinkarev N.O. 223

APPLICATION OF THE PERMANENT MAGNET MOTOR AS AN UNMANNED AERIAL VEHICLE POWER PLANT
Vyatkina E.A., Lyutarevich A.G., Pugacheva E.A., Tevs V.V. 228

BURNING OF GOLD-CONTAINING ARSENOPIRYTE ORE IN THE ATMOSPHERE OF OVER-WATER VAPOR
Paleev P.L., Gulyashinov P.A., Gulyashinov A.N., Antropova I.G. 233

STRUCTURAL ANALYSIS OF MANIPULATORS WITH CIRCULAR GUIDE
Fomin A.S. 238

Physical and mathematical sciences

EFFECT OF HIGH ENERGY ELECTRON IRRADIATION ON MAGNETIC PROPERTIES OF NI-MN-GA THIN FILMS
Gribov I.V., Danilov S.E., Dubinin S.S., Marchenkova E.B., Nemytova O.V., Nosov A.P., Obukhov S.I. 242

MAGNETIC PROPERTIES OF NI@C NANOCOMPOSITES
Novikov S.I., Konev A.S., Uymin M.A., Ermakov A.E., Privalova D.V., Maykov V.V. 247

Chemical sciences

THE EFFECT OF MECHANOTREATMENT TEMPERATURE ON CHEMICAL CONVERSIONS OF HIGH-MOLECULAR COMPONENTS IN TAR
Surkov V.G., Pevneva G.S., Golovko A.G. 252

Medical sciences

NICOTINE ADDICTION AND ITS MOTIVATING AND SUPPORTING FACTORS
Anuvarbekova A.A., Ulanbekova T.U. 257

CLINICAL AND LABORATORY ASSESSMENT OF REACTIVE OSTEOGENESIS ACTIVITY IN VARIOUS METHODS OF BONE DISORDERS FIXATION OF PROXIMAL HUMERUS IN EXPERIMENT IN DOGS
Batpenov N.D., Nabiyev E.N., Ishmakov R.O., Tusupzhanov M.M., Shapulatov A.A., Kusainov M.S. 262

THE AMINO ACID COMPOSITION OF PINE POLLEN (PINUS SYLVESTRIS L.), GROWING ON THE TERRITORY OF RNO-ALANIA
Bidarova F.N., Sidakova T.M., Kisieva M.T. 267

INDICATORS OF RED BLOOD AND T-LYMPHOCYTES IN PATIENTS WITH ALCOHOLISM; PROTECTIVE POTENTIAL OF LITHIUM ASCORBATE
Vetlugina T.P., Savoshkina D.N., Roshchina O.V., Nikitina V.B., Martynenko L.I., Plotnikov E.V. 272

STUDY OF THE FIBULAR BONE ANTHROPOMETRIC DATA TO JUSTIFY APPLICABILITY OF DENTAL IMPLANTS IN THE MANDIBULAR BONE DEFECT REPLACEMENT WITH AN AUTOLOGOUS GRAFT OF THE FIBULAR BONE USING PROTOTYPING AND NAVIGATION METHOD
Kalakutskiy N.V., Petrishin V.L., Prikhodko V.I. 277

EXPERIENCE OF TREATMENT OF RECTOVAGINAL FACILITIES
Kartashev A.A., Smolkina A.V., Makarov S.V., Demin V.P., Barbashin S.I., Midlenko I.I. 282

IMMUNOGENETIC PROFILE (HLA-A, -B, -C, -DRB1, -DQB1) OF THE OSSETIANS IN NORTH CAUCASUS
Kuzminova E.P., Chapova R.S., Khamaganova E.G. 287

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF CRITERIA FOR THE PROGRESSIVE COURSE OF CONGENITAL SPINAL DEFORMITY IN CHILDREN OF EARLY AGE (PRELIMINARY RESULTS)
Khalchitskiy S.E., Sogoyan M.V., Vissarionov S.V., Baindurashvili A.G., Kokushin D.N., Filippova A.N. 292

PLACENTAL PATHOLOGY IN FETAL GROWTH RESTRICTION
Shchegolev A.I., Tumanova U.N. 297

Biological sciences

USE OF BIOINDICATORS FOR ASSESSMENT OF THE CONDITION OF ATMOSPHERIC AIR
Bozshataeva G.T., Kasymbekova A.I., Ospanova G.S., Turabaeva G.K., Kydyralieva M.B. 302

MODEL OF THE AUTOMATED INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF A FUNCTIONAL CONDITION OF THE PATIENT IN BEFORE AND AFTER OPERATIONAL THE PERIODS
Kalugina N.M., Artemenko M.V., Mishustin V.N., Shchekina E.N. 307

THE MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE SEBACEOUS (MEIBOMIAN) GLANDS OF EYELID RATS WITH INTEGRATED OF HUMAN GROWTH HORMONE GENE
Kinzhibulatova R.Zh., Dyban P.A. 312

DESIGN OF MODIFIED RECOMBINANT APOLIPOPROTEIN A-I FOR TRANSFER OF NUCLEIC ACIDS
Kotova M.V., Ryabchenko A.V., Trifonova N.V., Knyazev R.A., Polyakov L.M. 317

INVESTIGATION OF EMBRYOTOXIC PROPERTIES OF HIGH POLYMERIC SINGLE-CHAIN RNA FROM SACCHAROMYCES CEREVISIAE
Yamkovoy V.I., Yamkovaya T.V., Mamaev A.L., Pykhtina M.B., Polyakov L.M. 322

Agricultural sciences

SOURCES OF BREEDING-VALUABLE TRAITS FOR CREATION OF WINTER HARDINESS VARIETIES OF WINTER RYE IN VOLGA-VYATKA REGION
Utkina E.I., Kedrova L.I., Parfenova E.S. 326

Earth sciences

PROBLEMS OF NATURE MANAGEMENT IN THE STEPPE REGIONS OF RUSSIA AT THE TURN OF THE XIX–XX CENTURIES IN THE BOOK OF A.P. ENGELGARDT «BLACK EARTH RUSSIA»
Grosheva O.A. 331

Economical sciences

FEATURES OF FORMATION OF INFRASTRUCTURE OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF CRIMEA
Menyuk S.G., Menyuk E.N., Dyadichev V.V., Borisova O.V. 336

RESEARCH OF EVALUATION METHODS FOR OFFICE BUILDINGS USED IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Uramaeva D.E., Sikhimbaev M.R., Baykenova G.G. 342

GOVERNMENT INVESTMENTS IN INFRASTRUCTURE IN THE USA AND CANADA
Urumov T.R., Rakov I.D. 347

Pedagogical sciences

FORMATION OF SOCIAL COUNTERACTION EXPERIENCE IN A FUTURE SPECIALIST AT A HEI: METHODILOGICAL PREREQUISITES OF RESEARCH
Kovalenko E.V. 352

MASTER PROGRAM «BALLET AND SYNTHESIS OF PLASTIC ARTS» IN CONDITIONS OF WORLD INTEGRATION INTERACTIONS AND MAIN ASPECTS OF ITS STUDY
Portnova T.V. 357

Psychological sciences

ON THE PROBLEM OF SCHOOL MOTIVATION PECULIARITIES OF YOUNG SCHOOLCHILDREN HAVING DEVELOPMENTAL DELAY
Kazantseva L.A., Karpushkina N.V., Koneva I.A. 361

Historical sciences and archeology

REPRESENTATIONS ABOUT THE REASONS OF THE APPEARANCE OF POLES IN THE SIBERIA OF THE XIX CENTURY ON THE PAGES OF THE «RUSSIAN ARCHIVE» MAGAZINE
Pyatkova S.G. 365

QUESTIONS OF SEPARATE TRAINING AT SCHOOLS OF KAZAN IN 1943–1954
Sadykov Sh.F. 370

Philological sciences

THE SEMANTICAL COMPONENT OF THE CONCEPT «PATRIOT» IN RUSSIAN NATIONAL CONSCIOUSNESS ON THE MATERIAL OF THE CHAIN AND FREE ASSOCIATION EXPERIMENTS
Syrova N.S., Ivchenko E.V., Dobryakova V.L. 375

SCIENTIFIC REVIEW

Agricultural sciences

TO THE QUESTION OF ASSESSING THE IMPACT OF CD ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF CATTLE, THE PRODUCTIVITY OF ANIMALS AND THE QUALITY OF PRODUCTS
Epimakhov V.G. 379

УДК 628.3

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бусарев А.В., Селюгин А.С., Хисамеева Л.Р., Шинкарев Н.О.

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», Казань, e-mail: kgasu.viv@gmail.com

Очистка мазутосодержащих сточных вод из резервуаров-хранилищ топливного мазута котельных машиностроительных предприятий является актуальной задачей. При строительстве локальных очистных сооружений перспективным является применение напорных гидроциклонов и гидроциклонных установок. В статье приведены результаты исследований очистки мазутосодержащих сточных вод в напорных гидроциклонах, проведенных на экспериментальной гидроциклонной установке, включающей испытываемый напорный гидроциклон, успокоительную емкость, емкости для приема воды из верхнего и нижнего сливов гидроциклона. В ходе исследований испытано семь модификаций напорных гидроциклонов диаметром от 40 до 100 мм с различными диаметрами патрубков верхнего и нижнего сливов. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что эффективность очистки сточных вод в напорных гидроциклонах по нефтепродуктам составила 54–77%, а по взвешенным веществам 49–67%. Установлено, что гидроциклоны диаметром 40 мм имеют высокую эффективность очистки НСВ, но небольшую производительность, а гидроциклоны диаметром 100 мм имеют более высокую производительность, но для их эффективной работы требуется большее давление на входе в гидроциклон. Для очистки мазутосодержащих сточных вод, образующихся в резервуарах-хранилищах топливного мазута, рекомендован гидроциклон диаметром 75 мм. Результаты исследований были использованы при проектировании промышленной установки для очистки мазутосодержащих сточных вод.

Ключевые слова: мазутосодержащие сточные воды, очистка, гидроциклон, экспериментальная установка, исследования, промышленная установка

SOME ASPECTS OF THE TREATMENT OF OILY WASTE RESULTING FROM THE STORAGE OF FUELS AND LUBRICANTS

Busarev A.V., Selyugin A.S., Khisameeva L.R., Shinkarev N.O.

Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, e-mail: kgasu.viv@gmail.com

Cleaning msutoday wastewater from storage tanks, fuel oil boiler engineering enterprises is an urgent task. In the construction of local treatment facilities promising is the application of pressure hydrocyclones and hydrocyclone units. The article presents the results of research msutoday purification of waste water in the pressure hydrocyclones hydrocyclone carried out on the experimental rig including the test pressure hydrocyclone, soothing capacity, capacity for receiving water from the upper and lower drains of the hydrocyclone. The studies tested seven modifications of pressure hydrocyclones with a diameter of 40 to 100 mm with different diameters of the nozzles of the upper and lower drains. As a result of experimental researches it is established that the efficiency of wastewater treatment in the pressure hydrocyclones for oil products amounted to 54-77%, and suspended solids 49-67%. It is established that the hydrocyclones with a diameter of 40 mm have a high cleaning efficiency NSV, but small capacity, and hydrocyclones with a diameter of 100 mm have better performance, but for their effective operation requires a greater inlet pressure in the hydrocyclone. Msutoday for cleaning wastewater generated in the storage tanks of fuel oil, recommended a hydrocyclone with a diameter of 75 mm. the results of the research have been used when designing industrial installations for cleaning msutoday wastewater.

Keywords: mautosource wastewater, treatment, hydrocyclone, the experimental setup, research, industrial plant

На многих промышленных предприятиях Российской Федерации имеются котельные, обеспечивающие производство тепловой энергией, горячей водой или острым паром. Основным топливом для них обычно служит природный газ, а в качестве резервного топлива применяется мазут. Кроме того, имеются котельные, которые используют мазут в качестве основного топлива. Прежде всего, это характерно для районов крайнего Севера и Дальнего Востока. В процессе транспортировки мазута, его перекачки и хранения образуются мазутосодержащие сточные воды, загрязненные частицами мазута и механическими примесями. Перед их утилизацией необходима очистка на локальных очистных сооружениях.

Казанским государственным архитектурно-строительном университетом (КГАСУ) проведены исследования очистки мазутосодержащих сточных вод котельной Донецкого экскаваторного завода (г. Донецк). На территории котельного цеха расположены четыре резервуара-хранилища топливного мазута объемом по 1000 м^3 каждый. При перекачке мазута из железнодорожных цистерн в резервуары для подогрева мазута подают водяной пар, который, попадая вместе с мазутом в резервуары, конденсируется и образует мазутосодержа-

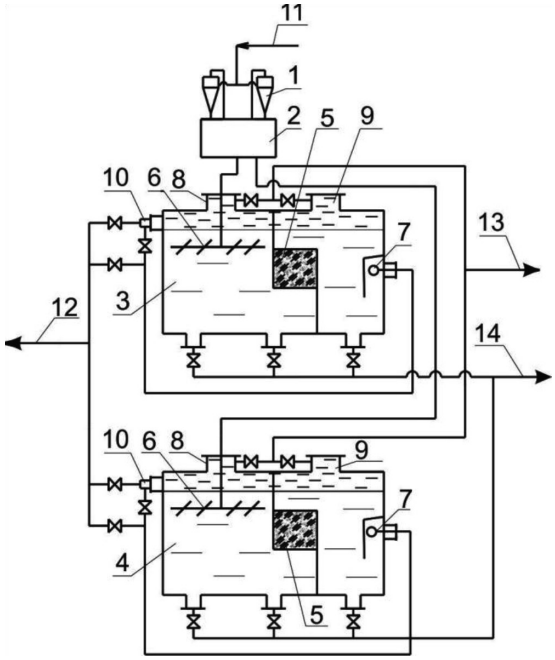
щую сточную воду, собирающуюся в приямке объемом 10 м^3. Сточная вода насосом перекачивается на очистку, а после очистки отводится в городскую канализацию. Количество сточных вод составляет 300 м^3/сут. Существующая мазутоловушка не удовлетворяла требованиям как по пропускной способности, так и по степени очистки [1, 2].

Для очистки отстойных (подтоварных) сточных вод из продуктовых резервуаров, где они образуются в результате отстаивания обводненных нефтепродуктов, до остаточного количества загрязнений 10–50 мг/л в работе [3] рекомендуется технологическая схема, включающая песколовки, нефтеловушки и механические фильтры с возможностью доочистки в прудах дополнительного отстаивания. Для снижения концентрации загрязнений до 10–20 мг/л схема очистки подтоварных сточных вод включает песколовки, нефтеловушки и установку напорной флотации также с возможностью доочистки в прудах дополнительного отстаивания.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) в течение ряда лет ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по очистке нефтесодержащих сточных вод (НСВ) от нефтепродуктов и механических примесей в блочных гидроциклонных установках [4, 5]. Предварительная обработка НСВ в поле центробежных сил напорных гидроциклонов значительно интенсифицирует процесс последующего отстаивания, что привело к разработке различных конструкций аппаратов типа «блок гидроциклон – отстойник» (БГО), состоящих из напорных гидроциклонов и отстойников различных конструкций [6–8].

Для очистки мазутосодержащих сточных вод котельной Донецкого экскаваторного завода был разработан блок гидроциклон – отстойник БГО-300 производительностью 300 м^3/сут [1, 2, 4]. Блочная гидроциклонная установка БГО-300 (рисунок) состоит из батареи 1, включающей два напорных гидроциклона диаметром 75 мм и емкость 2 для приема сливов гидроциклонов; двух отстойников нижнего 3 и верхнего 4 сливов гидроциклонов объемом по 14 м^3, оборудованных коалесцирующими насадками 5, распределительными 6 и водосборными 7 устройствами, нефтесборниками 8 и 9, регуляторами межфазного уровня 10 типа РУМ-18, трубопроводами и запорно-регулирующей арматурой [1, 2].

Коалесцирующая насадка 5 выполнена из гидрофобизированного керамзита с крупностью фракций 15–20 мм, зафиксированного сверху и снизу поддерживающими сетками. Распределительная система 6 представляет собой разветвленную систему перфорированных труб. Водосборная система 7 выполнена в виде перфорированной трубы.



Блок гидроциклон – отстойник БГО–300

Блок гидроциклон – отстойник БГО–300 работает следующим образом. Мазутосодержащая сточная вода из приямка резервуаров-хранилищ топливного мазута насосом под избыточным давлением 0,3 МПа подается на предварительную обработку в напорные гидроциклоны 1, в которых под действием центробежного поля происходит разделение потока: вода с небольшой примесью мазута выносится через нижние сливные отверстия гидроциклонов и через емкость 2, распределитель 6 поступает в отстойник нижнего слива 3. Мазут с некоторым количеством воды выносится через верхние сливные отверстия гидроциклонов и через емкость 2, распределитель 6 поступает в отстойник верхнего слива 4. Отстойники 3 и 4 разделены на три отсека: предварительного отстаивания, коалесцирующую насадку и отсек дополнительного отстаивания.

В отсеке предварительного отстаивания удаляется капельный мазут и часть эмульгированного. Всплывший мазут удаляется через нефтесборник 8. Уровень раздела фаз «мазут – вода» поддерживается регулятором межфазного уровня 10. Из отсека предварительного отстаивания сточная вода с оставшимся мелкодисперсным мазутом через коалесцирующую насадку 5 поступает в отсек дополнительного отстаивания, в котором

укрупнившиеся в коалесцирующей насадке частицы мазута всплывают и удаляются через нефтесборник 9. Очищенная вода собирается водосборной перфорированной трубой 7 и отводится по трубопроводу 12 в канализацию. Нефтепродукты из нефтесборников 8 и 9 по трубопроводу 13 отводятся в резервуары-хранилища мазута [1, 2]. Технические характеристики блока гидроциклон – отстойник БГО-300 приведены в табл. 1 [2].

Для определения геометрических характеристик напорного гидроциклона, входящего в состав установки БГО-300, были проведены исследования процессов очистки сточных вод, загрязненных топливным мазутом, на экспериментальной установке, состоящей из испытываемого гидроциклона, успокоительной емкости и напорных емкостей нижнего и верхнего слива, предназначенных для создания противодавления на сливах гидроциклона [9]. В табл. 2 приведены геометрические характеристики гидроциклонов, испытанных в ходе экспериментальных исследований. Методика проведения исследований приведена в работе [9].

В табл. 3 приведены результаты исследований по очистке дренажных стоков из резервуаров-хранилищ топливного мазута котельной Донецкого экскаваторного завода от нефтепродуктов и механических примесей. Установлено, что гидроциклоны диаметром 40 мм имеют высокую эффективность очистки НСВ, но небольшую производительность, а гидроциклоны диаметром 100 мм имеют большую производительность, но для их эффективной работы требуется большее давление на входе в гидроциклон. Гидроциклон ГЦ-80-I показал высокую эффективность очистки сточных вод от механических примесей, но имеет невысокую эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов По результатам исследований для очистки мазутосодержащих сточных вод рекомендован гидроциклон ГЦ-75-II.

Результаты данных исследований были использованы при расчете и проектировании установки БГО-300, предназначенной для очистки мазутосодержащих сточных вод, образующихся в резервуарах-хранилищах топливного мазута на территории котельной Донецкого экскаваторного завода. При проведении испытаний установки БГО-300 содержание нефтепродуктов снижалось с 6,5–912 мг/л до 0,8–9,1 мг/л. Содержание механических примесей снижалось с 100–316 мг/л до 20–30 мг/л [1].

Таблица 1

Технические характеристики установки БГО-300

Показатели		БГО-300
Производительность, $м^3$/сут		300
Температура воды, поступающей на очистку, °С		+10…+60
Содержание загрязнений в воде, поступающей на очистку, мг/л:	нефтепродуктов (мазута)	до 10000
	механических примесей	60–180
Содержание загрязнений в очищенной воде, мг/л:	нефтепродуктов (мазута)	не более 10
	механических примесей	50
Рабочее давление на входе в батарею гидроциклонов, МПа		0,3–0,4
Габаритные размеры, м		8,0×10,0×5,47

Таблица 2

Геометрические характеристики гидроциклонов

Обозначение гидроциклона	Диаметр, мм				Угол конусности, α, град	Глубина погружения патрубка верхнего слива, $h_п$, мм	Высота цилиндрической части $H_ц$, мм	Общая высота гидроциклона, H, мм
	гидроциклона, D	входного патрубка $d_{вх}$	патрубка верхнего слива, $d_{в.сл.}$	Патрубка нижнего слива, $d_{н.сл}$				
ГЦ-40-V	40	15	15	10	5	48	15	525
ГЦ-40-III	40	15	8	5	5	20	15	470
ГЦ-75-II	75	15	20	18	5	48	15	730
ГЦ-75-III	75	15	20	10	5	48	15	730
ГЦ-80-I	80	20	20	10	5	50	20	745
ГЦ-100-I	75	20	20	15	5	48	20	1100
ГЦ-100-I	100	20	20	10	5	48	20	1155

Таблица 3

Результаты экспериментальных исследований

Тип гидроциклона	Температура НСВ, °С	Давление на входе в гидроциклон, МПа	Противодавление на сливах гидроциклона, МПа	Концентрация нефтепродуктов в воде, мг/л			Эффект очистки по нефтепродуктам $Э_н$, %	Концентрация механических примесей, мг/л		Эффект очистки по мех. примесям $Э_{м.п}$, %	Расход, л/с		Производительность гидроциклона, л/с
				исходной	из верхнего слива	из нижнего слива		в исходной воде	в очищенной воде		из верхнего слива	из нижнего слива	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ГЦ-40-III	18,80	0,3	0,05	521	799	162	69	198	77	61	0,292	0,118	0,410
			0,1	483	827	140	71	185	81	56	0,288	0,106	0,394
			0,15	492	783	157	68	202	93	54	0,275	0,101	0,376
			0,2	509	815	173	66	197	97	51	0,259	0,090	0,349
ГЦ-40-V	19,2	0,3	0,05	484	784	111	77	206	80	61	0,342	0,220	0,562
			0,1	497	749	119	76	204	84	59	0,337	0,201	0,538
			0,15	511	785	133	74	195	84	57	0,318	0,192	0,510
			0,2	490	691	137	72	191	90	53	0,281	0,183	0,464
ГЦ-75-II	18,9	0,3	0,05	504	737	141	72	193	71	63	0,550	0,841	1,391
			0,1	490	743	147	70	201	80	60	0,543	0,819	1,362
			0,15	488	635	156	68	189	85	55	0,527	0,756	1,283
			0,2	493	680	167	66	196	93	53	0,515	0,672	1,187
ГЦ-75- III	19,0	0,3	0,05	501	764	159	68	194	66	66	0,931	0,248	1,179
			0,1	498	787	174	65	202	73	64	0,916	0,237	1,164
			0,15	486	699	190	61	199	86	57	0,872	0,212	1,084
			0,2	492	702	207	58	187	69	63	0,865	0,189	1,054
ГЦ-80-I	19,1	0,3	0,05	507	699	177	65	192	67	65	0,985	0,269	1,254
			0,1	489	673	196	60	203	67	67	0,958	0,251	1,204
			0,15	495	698	213	57	197	81	59	0,937	0,244	1,181
			0,2	488	701	224	54	195	86	56	0,922	0,226	1,137
ГЦ-100-I	19,1	0,3	0,05	499	689	190	62	182	67	63	2,427	0,395	2,822
			0,10	482	671	188	61	200	78	61	2,393	0,387	2,780
			0,15	522	695	214	59	198	87	56	1,978	0,381	2,359
			0,20	491	683	211	57	185	91	51	1,869	0,374	2,243
ГЦ-100-II	18,90	0,3	0,05	485	662	175	64	207	85	59	1,529	1,053	2,582
			0,10	496	650	173	65	189	83	56	1,503	1,045	2,548
			0,15	508	637	188	63	187	90	52	1,490	1,036	2,526
			0,20	513	649	307	62	190	97	49	1,462	1,020	2,482

Блок гидроциклон – отстойник БГО-300 имеет высокую удельную производительность и эффективность очистки, автоматизированное поддержание уровня раздела фаз в отстойнике, высокую степень индустриализации изготовления и монтажа и может успешно применяться для очистки производственных сточных вод от нефтепродуктов и механических примесей.

Список литературы

1. Селюгин А.С. Разработка и моделирование гидроциклонных установок очистки нефтесодержащих сточных вод: дис… канд. техн. наук. – Казань, 1995. – 180 с.

2. Адельшин А.Б. Использование гидродинамических насадок с крупнозернистой загрузкой для интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Монография [Текст] / А.Б. Адельшин, Н.С. Урмитова. – Казань: КГАСА, 1997. – 249 с.

3. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов / Е.А. Стахов [Текст]. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.

4. Адельшин А.А. Гидродинамическая очистка нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Н.С. Урмитова. – Казань: КГАСУ, 2011. – 245 с.

5. Адельшин А.Б. Новые технологические и технические решения установок очистки нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков [Текст] / А.Б. Адельшин, А.А. Адельшин, Н.С. Урмитова // Известия КГАСУ. – 2010. – № 2. – С. 197–205.

6. Блочная установка очистки нефтесодержащих сточных вод на основе применения закрученных потоков для целей поддержания пластового давления [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Л.Р. Хисамеева, И.Г. Шешегова // Известия КГАСУ. – 2007. – № 1. – С. 87–92.

7. Основные положения конструирования, проектирования и расчета блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков. Часть 1. Основные исходные данные об аппарате очистки, о качественных и количественных параметрах нефтепромысловых сточных вод и требования к качеству их очистки [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Алельшин, Н.С. Урмитова, В.А. Береговая // Известия КГАСУ. – 2013. – № 1. – С. 159–168.

8. Полноблочная установка гидродинамической очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков [Текст] / А.А. Адельшин, А.Б. Алельшин, Н.С. Урмитова и др. // Известия КГАСУ. – 2013. – № 4. – С. 192–202.

9. Бусарев А.В. Исследование процессов очистки нефтесодержащих стоков машиностроительных предприятий с применением напорных гидроциклонов [Текст] / А.В. Бусарев, А.С. Селюгин, Я.В. Ягин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 8–2. – С. 190–194.

УДК 621.313.8:629.73

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ В КАЧЕСТВЕ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Вяткина Е.А., Лютаревич А.Г., Пугачева Е.А., Тевс В.В.

Омский государственный технический университет, Омск, e-mail: Elena_11_95@mail.ru

Внедрение современных технологий в различных отраслях народного хозяйства, а также повышение эффективности работы серийных образцов всегда остается актуальной научно-технической проблемой. Указанные направления развития науки и техники справедливы в том числе для электродвигателей с высококоэрцитивными магнитами. Целью данного исследования является обоснование применения электрического двигателя с постоянными магнитами в качестве силовой установки беспилотного летательного аппарата в преимуществе перед двигателями других типов. В результате проведенного исследования обоснован выбор направления исследований – определено, что наиболее перспективным направлением научного исследования является применение электродвигателей на постоянных магнитах в различных отраслях народного хозяйства и технике специального назначения, в том числе и для беспилотных летательных аппаратов. Рассмотрены особенности конструкции и основные элементы электродвигателя данного типа. При этом существует необходимость развития все более новых технологий, позволяющих существенно улучшить параметры, а также повысить управляемость и усовершенствовать системы диагностики неисправностей вентильных электродвигателей без значительного увеличения цены.

Ключевые слова: электрический двигатель с постоянными магнитами, беспилотный летательный аппарат.

APPLICATION OF THE PERMANENT MAGNET MOTOR AS AN UNMANNED AERIAL VEHICLE POWER PLANT

Vyatkina E.A., Lyutarevich A.G., Pugacheva E.A., Tevs V.V.

Omsk State Technical University, Omsk, e-mail: Elena_11_95@mail.ru

The introduction of modern technologies in various sectors of the economy, as well as increasing the efficiency of the work of serial models, always remains an urgent scientific and technical problem. The indicated directions of development of science and technology are valid, including for permanent magnet motors. The purpose of the research is to justify the use of an permanent magnet motor as a power plant for an unmanned aerial vehicle in preference to other types of engines. As a result of the study, the choice of the research direction was justified – it was determined that the most promising direction of scientific research is the use of permanent magnet motors in various branches of the national economy and special-purpose machinery, including unmanned aerial vehicles. The design features and the main elements of the electric motor of this type are considered. At the same time, there is a need to develop more and more new technologies that significantly improve the parameters, as well as to improve the controllability and improve the diagnostics of valve motor malfunctions without significantly increasing the price.

Keywords: permanent magnet motor, unmanned aerial vehicle

В последнее время многочисленные проблемы и задачи стали возлагаться с пилотируемой авиации на «плечи» беспилотной авиации. Основные положительные моменты такого рода авиации это: невысокая стоимость и сравнительно малый вес, а также возможность дистанционно управлять беспилотным летательным аппаратом. Одним из основных элементов летательного аппарата считается его силовая установка. В качестве силовой установки в беспилотных летательных аппаратах широкое применение нашли двигатели внутреннего сгорания либо электрические двигатели [1].

Электрический двигатель – это такая электрическая машина (электромеханический преобразователь), который преобразовывает электрическую энергию в механическую. А двигатель внутреннего сгорания – это такого рода двигатель, где сгорание топлива происходит непосредственно внутри рабочей камеры, преобразуя тепловую энергию от сгорания топлива в механическую работу. В двигателях внутреннего сгорания подобных размеров и объемов применяют в качестве топливного горючего метиловый спирт, что в свою очередь приводит к последующим недостаткам, таким как низкое качество надежности и недолгий ресурс двигателя, трудности запуска. В связи с этим в качестве силовых установок наибольшее применение и признание получили установки, выполненные с применением электрических двигателей [1–3].

Высокие эксплуатационные характеристики электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов делают их наиболее перспективными электрическими машинами для использования их в качестве силовой установки для беспилотных летательных аппаратов. Конструкция таких двигателей

проста, надежна, кроме того, данные электродвигатели имеют довольно жесткую механическую характеристику и не требуют дополнительных затрат энергии в обмотке возбуждения [4–7].

В рамках современной стратегии развития России, связанной с внедрением в производство передовых технологий, импортозамещением, энерго- и ресурсосбережением, развитием средств комплексной автоматизации производства – научно-исследовательским институтам и организациям Российской Федерации необходимо срочно активизировать деятельность по становлению рынка разработки и производства электрических машин на основе высокоинтеллектуальных систем управления.

Таким образом, исследования по разработке силовых приводов для беспилотных летательных аппаратов актуальны и требуют новых решений по повышению эффективности используемых приводов.

Целью работы является обоснование применения электрического двигателя с постоянными магнитами в качестве силовой установки беспилотного летательного аппарата в преимуществе перед двигателями других типов.

Теория

Электродвигателем с возбуждением от постоянных магнитов называется такой электродвигатель постоянного тока (ДПТ), в основе принципа действия которого лежит взаимодействие поля постоянных магнитов на роторе и вращающегося магнитного поля обмотки статора.

В качестве постоянных магнитов используют огромное количество сталей, сплавов и их композиций, различие которых происходит по магнитным свойствам и по технологии производства. Постоянные магниты можно разделить на две группы: магниты, коэрцитивная сила которых по индукции много меньше (в 4–20 раз) отношения B_r/μ_0, и постоянные магниты, коэрцитивная сила которых по индукции приближается к этому отношению [8].

Такие особенности применения высококоэрцитивных постоянных магнитов в электрических машинах, как сложность регулирования напряжения традиционными способами при изменении нагрузки и частоты вращения, наличие жесткой зависимости скорости вращения от момента в сочетании с высокими массо-габаритными показателями, предопределили специфику подхода к выбору конструкции машин с редкоземельными магнитами [4].

Отличительная черта электродвигателей на постоянных магнитах от электродвигателей с традиционным электромагнитным возбуждением – это устройство их магнитных систем. Электродвигатель подобной конструкции еще иногда называют моментным, другими словами, он выдает высокие значения вращающего момента без использования редуктора, кроме того, данные электродвигатели выдерживают 20–50 кратные перегрузки на малых оборотах.

В настоящее время преобладают следующие исполнения магнитных систем электродвигателей с постоянными магнитами:

– кольцевое расположение магнитов;
– тангенциальное расположение магнитов;
– радиальное расположение магнитов.

Высококоэрцитивные магниты применяются не только в двигателях постоянного тока, но и в синхронных машинах.

Синхронный электродвигатель с высококоэрцитивными магнитами – это синхронный электродвигатель, у которого на роторе располагаются постоянные магниты.

Различные исследования показывают, что синхронный электродвигатель с высококоэрцитивными магнитами имеет больший КПД, чем высокоэффективный асинхронный электродвигатель, при одинаковых конструкциях статора и при условии использования одного и того же частотного преобразователя для управления [9, 10].

Конструкция синхронного электродвигателя с высококоэрцитивными магнитами представлена на рис. 1. В данном случае электрическая машина состоит из статора и ротора. Традиционно неподвижной частью является статор, подвижной или вращающейся частью – ротор. Магниты в данном случае расположены на роторе.

Рис. 1. Основные элементы конструкции электродвигателя с постоянными магнитами

В преобладающих случаях статор располагается снаружи, однако существует конструкция, когда статор расположен внутри – электродвигатели обращенного типа (рис. 2).

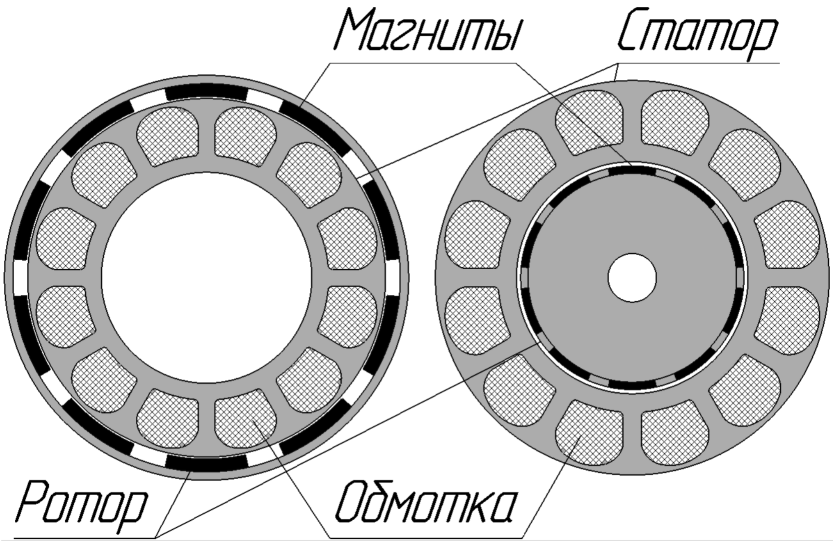


Рис. 2. Конструкция электродвигателя с постоянными магнитами: справа – стандартная, слева – обращенная

Конструкция ротора синхронных электродвигателей позволяет разделить их на две группы:

1) к первой группе можно отнести электродвигатели, ротор которых имеет явно выраженные полюса;

2) ко второй группе относятся электродвигатели, которые не имеют выступающих полюсов на роторе, т.е. ротор – с неявно выраженными полюсами.

Кроме того, непосредственно магниты могут располагаться либо по поверхности ротора электродвигателя (рис. 3), либо могут быть встроенными в ротор (рис. 4).

Аналогично, конструкция статора синхронных электродвигателей позволяет разделить их на следующие группы в зависимости от типа обмотки:

– статор с распределенными обмотками полюсов (рис. 5);

– статор с сосредоточенными обмотками (рис. 6).

Редкоземельные магниты на роторе синхронного электродвигателя создают постоянное магнитное поле. При синхронной скорости вращения ротора с полем статора полюса ротора сцепляются с вращающимся магнитным полем статора [10]. Поэтому при подключении СДПМ напрямую к сети трехфазного тока он не может запуститься сам. Другими словами, для работы синхронного электродвигателя с постоянными магнитами необходимы либо преобразователь частоты, либо сервопривод – система управления электродвигателем [5, 11–14]. В качестве такого рода автоматического преобразователя или системы регулирования электродвигателем используют, как правило, информационно-измерительный датчик углового перемещения в унифицированный электрический сигнал. При этом особое внимание уделяется условиям эксплуатации электропривода в целом – в агрессивной среде к датчикам могут предъявляться повышенные требования точности и надежности.

В последнее время наибольшее предпочтение в различных системах отдают преобразователям углового перемещения с электрической редукцией. Среди них большое распространение получили индукционные редуктосины, позволяющие определять угол с высокой точностью.

С развитием полупроводниковой элементной базы и микропроцессорной техники актуальными являются задачи разработки управляющих алгоритмов обработки информации с информационно-измерительных датчиков для определения текущего положения ротора и частоты вращения электродвигателя [5, 13].

Таким образом, указанные факторы хотя и создают определенные сложности на пути внедрения электропривода с постоянными магнитами в различных областях народного хозяйства, но при этом электродвигатели данной конструкции, несмотря ни на что являются наиболее перспективными для применения, в том числе и в качестве силовой установки для беспилотного летательного аппарата.

В то же время электродвигатели коллекторного типа имеют ряд недостатков, вызванные наличием щеточно-коллекторного

узла, который может снижать надежность и срок службы электропривода в целом. Кроме этого, данный узел может быть источником пыли и создавать акустические радиопомехи. Применение данных электродвигателей такого рода затруднено при высоких температурах и влажности, также во взрывоопасной среде. Именно поэтому растет интерес к бесколлекторным двигателям на постоянных магнитах, называемых также вентильные двигатели.

Вентильные электродвигатели применяются в устройствах бытовой техники, в электроприводах рулевых механизмах летательных аппаратов, также электродвигатели с постоянными магнитами нашли широкое применение в автомобилестроении (элементы стеклоподъемников и электромеханических усилителей руля, стартер-генераторы и др.). Кроме того, в различного рода электромобилях, инвалидных колясках и электровелосипедах также используются электродвигатели с постоянными магнитами.

Удешевление редкоземельных магнитных материалов, а также постоянное интенсивное развитие микропроцессорной элементной базы для блоков управления создают возможность применения электродвигателей с постоянными магнитами в качестве силовой установки для беспилотных летательных аппаратов, где традиционно применялись другие типы двигателей.

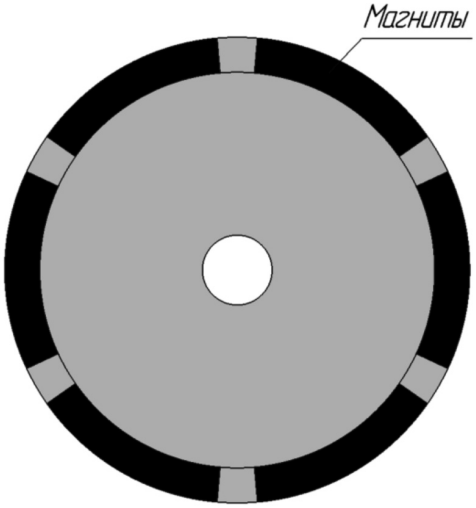


Рис. 3. Ротор электродвигателя с установкой магнитов на поверхности

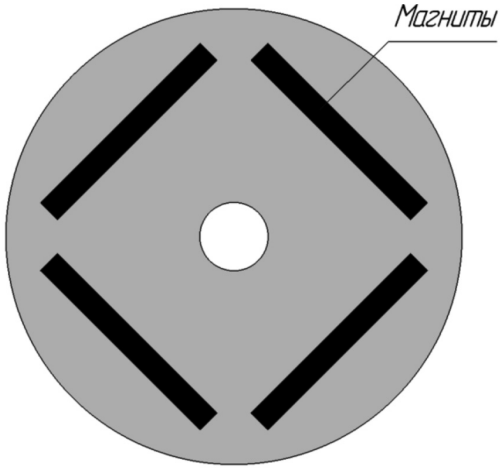


Рис. 4. Ротор электродвигателя со встроенными магнитами

Рис. 5. Внешний вид распределенной обмотки статора

Рис. 6. Внешний вид сосредоточенной обмотки статора

Заключение

По итогам проведенного анализа выявлено, что наиболее перспективным направлением научного исследования является использование электродвигателей на постоянных магнитах в различных отраслях народного хозяйства, в том числе для применения в составе силовой установки беспилотного летательного аппарата. При этом существует необходимость развития все более новых технологий, позволяющих существенно улучшить параметры вентильных электродвигателей без увеличения цены.

Данные исследования проведены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (договор № 14.Z56.16.5570-МК).

Список литературы

1. Mingji L. Optimization of Permanent Magnet Motor Airgap Flux Density Based on the Non-uniform AirGap // International Conference on Mechatronic Sciences, Electric Engineering and Computer (MEC). – Shenyang, China, 2013. – P. 3422–3426.

2. Chen C. Optimization of Magnetic Field Waveform of Line-Start Permanent Magnet Synchronous Motor with No-Uniform AirGap // Electric Machines & Control Application. – 2010. – vol. 7. – P. 1–5.

3. Вяткина Е.А. Обзор современных производителей электродвигателей для беспилотных летательных аппаратов / Е.А. Вяткина, В.А. Жданова, А.Г. Лютаревич и др. // Актуальные вопросы энергетики: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Омск, 2016. – С. 30–35.

4. Milad Niaz Azari, Mojtaba Mirsalim. Performance Analysis of a Line-start Permanent Magnet Motor with Slots on Solid Rotor Using Finite-element Method // Electric Power Components and Systems. – 2013. – vol. 41:12. – P.1159–1172.

5. Лютаревич А.Г. Разработка системы векторного управления моментом электродвигателя с постоянными магнитами / А.Г. Лютаревич, С.Ю. Долингер, Е.А. Лохман и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 10–4. – С. 529–533.

6. Лютаревич А.Г. Вопросы проектирования электродвигателей постоянного тока с высококоэрцитивными магнитами / А.Г. Лютаревич, С.Ю. Долингер, Н.Ю. Чепурко и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=15250.

7. Лютаревич А.Г., Грузд А.В., Лохман Е.А. Методика расчета электродвигателя постоянного тока с высококоэрцитивными магнитами // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2013. – № 1. – С. 280–284.

8. Gyu-Hong Kang, Young-Dae Son, Gyu-Tak Kim, Jin Hur. A Novel Cogging Torque Reduction Method for Interior-Type Permanent-Magnet Motor // IEEE Transactions on Industry Applications. – 2009. – vol. 45:1.

9. Akinaga T.H., Pompermaier C., Kalluf F.J.H., M.V. Ferreira da Luz. Performance Evaluation of Brushless DC Permanent Magnet Motor Using Finite Element Method // Electric Machines & Drives Conference (IEMDC), 2011.

10. Вольдек А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2008. – 320 с.

11. Chien-An Chen, Huann-Keng Chiang, Bor-Ren Lin. The novel adaptive sliding mode controller for synchronous reluctance motor speed drive // European Transactions on Electrical Power. – 2009. – Volume 20, Issue 8. – P. 1058–1070.

12. Syed Abdul Rahman Kashif, Muhammad Asghar Saqib. Sensorless Control of a Permanent Magnet Synchronous Motor Using Artificial Neural Network Based Estimator–An Application of the Four-Switch Three-Phase Inverter // Electric Power Components and Systems. – 2014. – 42:1. – P. 1–12.

13. Cheema M.A.M, Fletcher J.E. Sensorless vector control of linear permanent magnet synchronous motor // ECCE Asia Downunder (ECCE Asia). – 2013 IEEE. – P. 1098–1104.

14. G. Adamidis, Z. Koutsogiannis, P. Vagdatis. Investigation of the Performance of a Variable-speed Drive Using Direct Torque Control with Space Vector Modulation // Electric Power Components and Systems. – 2011. – 39:12. – P. 1227–1243.

УДК 661.248.22

ОБЖИГ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ АРСЕНОПИРИТНОЙ РУДЫ В АТМОСФЕРЕ ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Палеев П.Л., Гуляшинов П.А., Гуляшинов А.Н., Антропова И.Г.

ФГБУН «Байкальский институт природопользования», Сибирское отделение Российской академии наук (БИП СО РАН), Улан-Удэ, e-mail: palpavel@mail.ru

Статья посвящена моделированию процесса обжига арсенопирита, определению оптимальных параметров процесса обжига арсенопиритсодержащей руды с пиритным концентратом. Также приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по удалению мышьяка при переработке золотосодержащей арсенопиритной руды в атмосфере водяного пара. Показана возможность полного удаления мышьяка в малотоксичной сульфидной форме и серы из исходного материала при обжиге данного типа руд в атмосфере водяного пара с дешевым серосодержащим материалом (пиритным концентратом), а также вскрытия благородного металла за счет разрушения минералов. Использование данной технологии обжига позволит вовлечь в переработку техногенное сырье, утилизировать некондиционный пиритный концентрат, повысить степень извлечения благородного металла – золота за счет тонкого и мелкого золота, а также снизить негативное влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: золотосодержащий арсенопирит, пирит, обжиг в атмосфере перегретого водяного пара, термодинамическое моделирование, техногенное сырье, удаление мышьяка

BURNING OF GOLD-CONTAINING ARSENOPIRYTE ORE IN THE ATMOSPHERE OF OVER-WATER VAPOR

Paleev P.L., Gulyashinov P.A., Gulyashinov A.N., Antropova I.G.

Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (BINM SB RAS), Ulan-Ude, e-mail: palpavel@mail.ru

The article is devoted to simulation of arsenic pyrite firing process, determination of optimal parameters of roasting of arsenopyrite-containing ore with pyrite concentrate. Also, the results of theoretical and experimental studies on the removal of arsenic in the processing of gold-bearing arsenopyrite ore in an atmosphere of water vapor are presented. The possibility of complete removal of arsenic in a low-toxic sulfide form and sulfur from a raw material during firing of this type of ores in an atmosphere of water vapor with a cheap sulfur-containing material (pyrite concentrate) and also the opening of a noble metal by the destruction of minerals is shown. The use of this firing technology will allow the processing of technogenic raw materials, utilize off-grade pyritic concentrate, increase the extraction of precious metal – gold, through fine and fine gold, and reduce the negative impact on the environment, arsenic removal.

Keywords: gold-bearing arsenopyrite, pyrite, roasting in an atmosphere of superheated water vapor, thermodynamic modeling, technogenic raw materials

Руды большинства сульфидных месторождений золота относятся к классу «упорных», в которых одним из основных минералов является арсенопирит. Золото этих месторождений находится в минеральной ассоциации с арсенопиритом, входя в макроструктуру, что вызывает значительные сложности при переработке данного вида сырья. Кроме того, выделяющиеся в процессе переработки такого сырья соединения мышьяка оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду и качество получаемых концентратов.

В связи с этим основной проблемой переработки золотосодержащих арсенопиритных руд и концентратов является удаление мышьяка в виде малотоксичных соединений, в частности сульфидов мышьяка (трисульфида мышьяка и тетрасульфида тетрамышьяка), имеющих промышленное значение [1].

Исследованиями, проведенными в различных академических, исследовательских и отраслевых институтах [2, 3], установлено, что данная задача является трудноразрешимой при переработке данного типа сырья. Одним из способов решения проблемы является удаление мышьяка на предварительной стадии передела в виде малорастворимых соединений с минимальной степенью вредности и его складирование для последующей переработки в товарный промпродукт. Заслуживают внимания разработанные в последние годы технологии по отгонке мышьяка из золотосодержащих арсенопиритных концентратов термолизом в нейтральной среде, вакууме при окислительно-сульфидизирующем обжиге. К положительным сторонам этих технологий подготовки концентратов к последующей переработке следует отнести возможность удаления мышьяка в один этап благодаря переводу его в малотоксичный сульфид мышьяка, который после сплавления можно складировать для дальнейшего при-

менения без специальных условий хранения [4, 5].

Наиболее перспективным методом удаления мышьяка из арсенопиритных руд и концентратов в форме его сульфидов и одновременного вскрытия золота является обжиг руд и концентратов при высоком потенциале серы в атмосфере перегретого водяного пара.

Цель данной работы – определить оптимальные параметры процесса обжига золотосодержащей арсенопиритной руды с пиритом в атмосфере перегретого водяного пара.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является золотосодержащая арсенопиритная руда Карийского месторождения (Забайкальский край). Основными породообразующими минералами являются: арсенопирит (55 %) и пирит (20 %). В данной пробе руды, по данным пробирного анализа, содержится золота 44,0 г/т, серебра 26,0 г/т.

Термодинамический анализ процесса обжига проводился методом математического моделирования с использованием универсальной программы расчета термодинамических систем «АСТРА-4», применение которой позволяет определить характеристики равновесия химического и фазового состава многокомпонентных систем.

Содержание мышьяка в огарке определяли фотоколориметрическим методом по стандартной методике анализа мышьяка в горных породах и рудах.

Основной задачей химического и металлургического эксперимента является определение степени превращения вещества или выход продукта в зависимости от ряда факторов: продолжительности, температуры, соотношения различных компонентов смеси и т.п. При каком-либо конкретном значении этих факторов и одновременном их воздействии получается воспроизводимый результат на практике, из чего следует, что речь идет о существовании объективной многофакторной зависимости. Общий вид этой зависимости установить не удается, однако имеется возможность прогнозировать выход продуктов по двум-трём совместным факторам: продолжительности, температуре и соотношении компонентов [6].

Оптимизация процесса сульфидизирующего обжига золотосодержащей арсенопиритной руды проводилась с применением вероятностно-детерминированного метода планирования химических и металлургических экспериментов. В данном методе матричного планирования для анализа и обработки полученных статистических сведений была применена известная формула Протодьяконова:

$$Y_n = \frac{\prod_{i=1}^{n} Y_i}{Y_{cp}^{n-1}},$$

где Y_n – обобщенная функция для всех факторов,
Y_i – частная функция фактора,
$\prod_{i=1}^{n}$ – произведение всех частных функций,
Y_{cp} – среднее значение всех функций.

Анализ опыта работ химических и металлургических объектов, использующих данный метод показывает, что матричные данные достаточно адекватно описываются уравнением Протодьяконова. По этой причине приведенный метод матричного планирования, выборки на отдельные зависимости для каждого фактора и их обобщение уравнением Протодьяконова считается вполне корректным.

Результаты исследования и их обсуждение

Минеральный состав пробы свидетельствует о том, что содержание арсенопирита в руде значительно выше остальных минералов, и поэтому поведением арсенопирита при обжиге в присутствии атмосферы водяного пара будет определяться большинство технологических параметров процесса обжига.

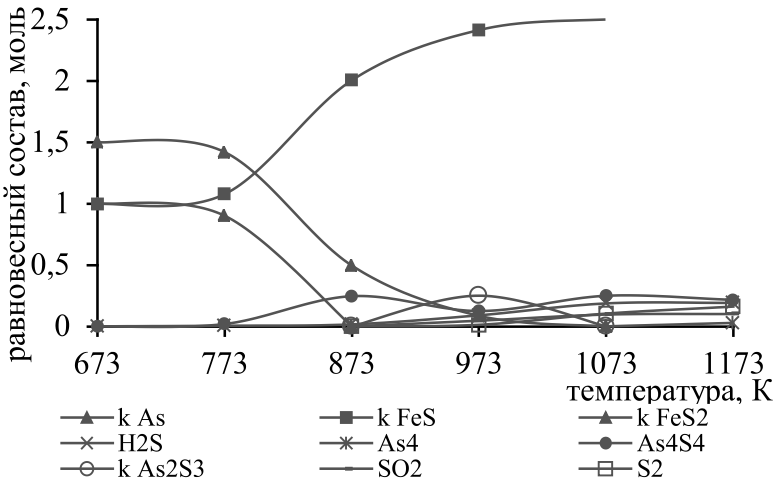


Рис. 1. Продукты реакции при взаимодействии FeAsS с 1.5FeS_2 и H_2O, k – конденсированное состояние

Термодинамическое моделирование системы FeAsS – FeS_2 – H_2O было проведено в интервале температур 673–1173 К варьированием расхода сульфидизатора (пирита) и воды на 1 моль арсенопирита (рис. 1). Термодинамический анализ моделирования обжига арсенопирита с сульфидизатором прогнозировал вероятность образования в интервале температур 973–1073 К сульфидов мышьяка: трисульфида (As_2S_3) и тетрасульфида (As_4S_4), которые являются малотоксичными соединениями. Теоретически установлено, что для наиболее полного удаления мышьяка в виде сульфидов необходимое количество пирита составляет 1,5 моля и 1 моль воды [7].

Реакция взаимодействия арсенопирита (FeAsS) с пиритом (FeS_2) в присутствии паров воды в температурном интервале 773–1073 К имеет весьма сложный характер: реакция протекает с образованием промежуточных продуктов, таких как As_4, As_2S_3, S_2, H_2S, SO_2. Вследствие разности в потенциалах между поверхностью твердого вещества (арсенопирита и пирита) и его объемом происходит интенсивная адсорбция полярных молекул паров воды из окружающей среды на поверхности отрицательных ионов твердого минерального вещества. Адсорбированные молекулы паров воды достаточно сильно удерживаются на поверхности минерала и тем самым создают условия для электролитической диссоциации воды по схеме [8]:

$$H_2O_{(пар)} \leftrightarrow H^+ + OH^- - 13{,}7 \text{ ккал}.$$

Образовавшийся молекулярный и особенно атомарный водород является сильным восстановителем. В восстановительной среде при температуре 700 К начинается разложение пирита до пирротина с образованием сероводорода и серы:

$$2FeS_2 + H^+ \rightarrow 2FeS + H_2S_{(г)} + \tfrac{1}{2}S_2,$$

При разложении арсенопирита в газовую фазу возгоняется мышьяк:

$$4FeAsS \rightarrow 4FeS_k + As_4.$$

Мышьяк взаимодействует с сероводородом и серой с образованием тетрасульфида тетрамышьяка по схеме:

$$As_4 + 4H_2S \rightarrow As_4S_4 + 4H_2,$$

$$As_4 + 2S_2 \rightarrow As_4S_4.$$

Суммарная реакция взаимодействия арсенопирита с избытком пирита в атмосфере перегретого водяного пара в температурном интевале 800–1000 К может быть представлена в виде:

$$10FeAsS + 15FeS_2 + 2H_2O \rightarrow 25FeS_{(к)} +$$

$$+ 2As_4S_4 + As_2S_3 + 2H_2S + SO_2 + \tfrac{1}{2}S_2.$$

При избыточном содержании паров воды в реакционной зоне трисульфид мышьяка не образуется вследствие окисления образующихся сульфидов мышьяка.

Для нахождения оптимальных параметров процесса обжига использовалась трехфакторная матрица планирования эксперимента на пяти уровнях, согласно которой варьировались следующие параметры: температура процесса (X_1), продолжительность процесса (X_2) и расход пиритного концентрата (X_3).

Изучаемые уровни для каждого из факторов представлены в табл. 1.

По данным химического анализа определена степень удаления мышьяка и построены графики зависимостей его удаления из представленной пробы арсенопиритной руды от изучаемых факторов (рис. 2–3).

Математические выражения для каждой частной функции были определены методом наименьших квадратов. Рассчитанные значения для каждой функции приведены в табл. 2. Зависимость степени удаления мышьяка от содержания пирита является незначимой, так как влияет на образование сульфида мышьяка, а не на степень его удаления.

С учетом математических выражений функции зависимости от каждого значимого фактора обобщенное уравнение Протодьяконова будет иметь вид

$$Y = \frac{1}{70{,}34869} \cdot \left(9 \cdot 10^{-5} X_1^2 - 0{,}002 X_1\right) \times$$

$$\times \left(-0{,}0178 X_2^2 + 1{,}1038 X_2 + 58{,}796\right).$$

Таблица 1

Изучаемые уровни для каждого фактора

Факторы	Уровни				
	1	2	3	4	5
(X_1) температура процесса, К	673	773	873	973	1073
(X_2) продолжительность процесса, мин	5	10	15	20	25
(X_3) расход пирита, г	0	0,10	0,25	0,50	0,75

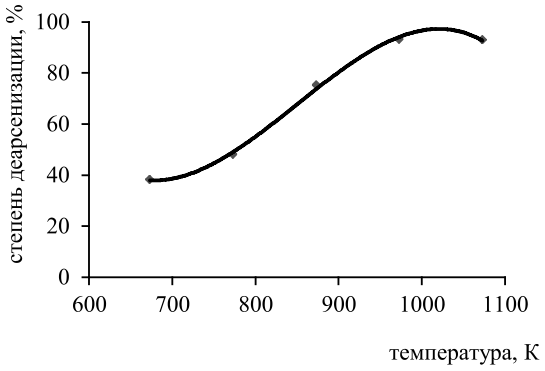


Рис. 2. Зависимость степени удаления мышьяка от температуры

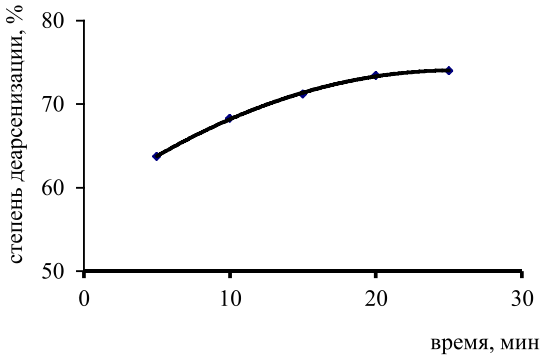


Рис. 3. Зависимость степени удаления мышьяка от времени

Таблица 2

Значения для каждой функции

Уровни	Функции	
	$Y_1 = (f(T)) = 9 \cdot 10^{-5} - 0{,}002X_1$	$Y_2 = (f(\tau)) = -0{,}0178X^2_2 + 1{,}1038X_2 + 58{,}796$
1	39,4183	63,8632
2	49,2309	68,0163
3	73,8463	71,2622
4	92,2589	73,5953
5	96,9743	75,0212
Среднее значение	70,34574	70,35164

Коэффициент корреляции уравнения Протодьяконова составляет R = 0,997 при его значимости t_R = 699,32. При этом ошибка уравнения составляет 0,57%, что свидетельствует о соответствии полученных зависимостей экспериментальным данным.

Анализ полученных функций зависимостей удаления мышьяка из арсенопиритной руды (Yi) от факторов (Xi) показал, что оптимальными режимами процесса обжига являются: температурный интервал 973–1073 К, продолжительность 25 мин. Процесс обжига целесообразно вести в интервале температур 973–1003 К, т.к. дальнейшее повышение температуры до 1023 К повышает степень инкапсуляции золота.

На основании анализа результатов исследований установлено, что обжиг арсенопиритной руды с сульфидизатором (пиритным концентратом) в атмосфере перегретого водяного пара позволяет максимально вывести мышьяк в малотоксичной форме. Степень удаления мышьяка достигает 99,9%, а степень удаления серы – 98%. Достаточно высокая степень удаления серы позволяет не проводить процесс дополнительного окисления серы на выходе из реактора печи.

Рентгенофазовый анализ возгонов и огарков показал, что мышьяк выделяется в форме тетрасульфида тетрамышьяка, а в огарке присутствуют магнетит, следы гематита и пирротина.

Лабораторные опыты по цианированию показали, что выщелачивание золота протекает с высокой скоростью и заканчивается в течение первого часа (рис. 4). Опыты по цианированию проводили на исходной руде и полученном при оптимальных условиях обжига огарке.

Массовую концентрацию золота в растворах определяли атомно-абсорбционным методом через определенные интервалы времени. Извлечение золота в цианистый раствор для огарка составляет 94%, что выше почти на 40% по сравнению с исходной пробой руды.

Выводы

Результаты термодинамического моделирования процесса взаимодействия арсенопирита с пиритом в температурном интервале 973–1073 К в атмосфере перегретого водяного пара свидетельствуют о возможности полного удаления мышьяка из арсенопиритной руды в сульфидной форме. Исходя из проведенных расчетов следует, что достаточное количество сульфидизатора на 1 моль арсенопирита составляет 1,5 моля.

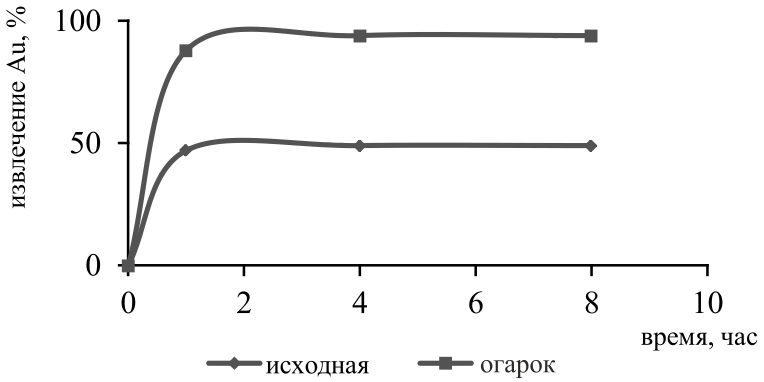


Рис. 4. Извлечение золота в цианистый раствор

Методом вероятностно-детерминированного планирования эксперимента была получена математическая модель процесса обжига арсенопиритной руды с сульфидизатором. Определены оптимальные параметры обжига, при которых мышьяк практически полностью возгоняется в малотоксичной форме.

Использование сульфидизирующего обжига при переработке золотосодержащей арсенопиритной руды даёт возможность вывести мышьяк в малотоксичной сульфидной форме, что позволит вовлечь в переработку техногенное сырье, утилизировать некондиционный пиритный концентрат, повысить степень извлечения благородного металла – золота за счет тонкого и мелкого золота, а также снизить негативное влияние на окружающую среду.

Список литературы

1. Бабанлы М.Б., Мурадова Г.В., Ильяслы Т.М. Термодинамические свойства сульфидов мышьяка, полученные с использованием метода ЭДС // Неорганические материалы. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 276–279.

2. Сейткан А.С. Физико-химические основы технологии переработки упорных золотомышьяковых бакырчикских концентратов коллекторной плавкой / Восточно-Казахстанский гос. ун-т им. С. Аманжолова; [под ред. В.Е. Храпунова]. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ, 2012. – 148 с.

3. Гуляшинов П.А. Физико-химическое обоснование и исследование обжига золотосодержащей скородитовой руды в атмосфере перегретого водяного пара: дис. … канд. техн. наук. – Иркутск, 2017. – 124 с.

4. Копылов Н.И., Каминский Ю.Д. Мышьяк / Под ред. Г.А. Толстикова. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 367 с.

5. Копылов Н.И. Проблемы мышьяксодержащих отвалов // Вестник Карагандинского университета. Серия Химия. – 2014. – № 4 (76) – С. 59–62.

6. Малышев В.П., Нурмаганбетова А.М., Оспанов Е.А. Планирование эксперимента на основе получения статистических многофакторных моделей с учетом физико-химических закономерностей // Автоматика. Информатика. – 2008. – № 1–2 (22–23). – С. 21–24.

7. Палеев П.Л., Гуляшинов А.Н., Антропова И.Г. Деарсенизация золотосодержащей арсенопиритной руды в атмосфере перегретого водяного пара // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2013. – № 6. – С. 175–179.

8. Коновалов П.Н., Зырянов М.Н. Эффект паров воды в металлургических процессах // Вестник Иркутского государственного университета. – 2017. – Т. 21, № 1. – С. 201–208.

УДК 621.01

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ МАНИПУЛЯТОРОВ С КРУГОВОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ

Фомин А.С.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк, e-mail: alexey-nvkz@mail.ru

Настоящее исследование посвящено структурному анализу манипуляторов с круговой направляющей. В работе проанализированы три типа манипуляторов, в каждом из них выходное звено, выполненное в виде платформы, соединено со стойкой шестью кинематическими цепями. При этом стойка выполнена в виде замкнутой круговой направляющей, на которой установлены шесть кареток, выполняющих роль ведущих звеньев. Выходные звенья в рассматриваемых манипуляторах имеют шесть степеней свободы – они могут вращаться и смещаться относительно каждой из осей декартовых координат, а также совершать полный оборот вокруг оси, перпендикулярной основанию. В каждом из исследуемых манипуляторов выделены ведущие звенья и соединяющиеся с ними кинематические цепи параллельной структуры, определена подвижность манипуляторов. С учетом выполненного структурного анализа могут быть синтезированы новые кинематические схемы манипуляторов параллельной структуры с меньшим числом приводов, а также с заданными траекториями движения выходных звеньев.

Ключевые слова: звено, механизм, манипулятор, подвижность, параллельная структура, кинематическая пара

STRUCTURAL ANALYSIS OF MANIPULATORS WITH CIRCULAR GUIDE

Fomin A.S.

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, e-mail: alexey-nvkz@mail.ru

This study provides a structural analysis of parallel manipulators with circular guide. Three types of manipulators have been presented, in each of them the end-effector made in the form of a platform, is connected to the fixed link by six kinematic chains. Herewith, fixed link is made in the form of a circular guide supporting six carriages serve as driving links. The end-effectors of the investigated manipulators have six degrees of freedom – they can rotate and move relatively to three axes of Cartesian coordinates, and also make a complete rotation around an axis, which is perpendicular to the circular guide. Driving links and connective parallel structure kinematic chains are extracted in each of the presented manipulators, their mobility has been calculated. Taking into account the carried structural analysis, new kinematic chains of parallel structure manipulators with a fewer number of drives can be synthesized, as well as manipulators with given motion trajectories of their end-effectors.

Keywords: link, mechanism, manipulator, mobility, parallel structure, kinematic pair

Для высокоточного автоматизированного производства требуется, чтобы положение инструмента было точно задано в пространстве. Однако не все механические системы на сегодняшний день могут обеспечить необходимую точность. Это, в частности, связано с ограниченным диапазоном движений выходного звена, высокой стоимостью элементов конструкции и неспособностью воспроизведения заданной траектории движения выходного звена. Для выполнения операций, требующих высокой точности, наиболее подходят механические системы, имеющие параллельную структуру [1–4]. Они также достаточно эффективны и для выполнения операций, требующих быстродействия, максимальной подвижности выходного элемента, повышенной жесткости и других важных показателей для эффективного выполнения технологических операций. Большая часть роботизированных систем параллельной структуры основаны на гексаподах. Гексапод представляет собой механическую систему, имеющую шесть независимых кинематических цепей, которые поворачивают и перемещают выходное звено на различные углы и расстояния относительно стойки. На сегодняшний день основными производителями гексаподов являются Германия (в частности, компания Physik Instrumente), Франция (в частности, компания Symétrie) и США (в частности, компании Newport, Microlar, ALIO Industries), в том числе производящие высокоточные гексаподы. Почти все производимые гексаподы имеют телескопические ножки, что является причиной наличия относительно небольшого рабочего пространства. Как правило, эти гексаподы обеспечивают поворот платформы не более, чем на 30 градусов. В некоторых практических приложениях этого явно недостаточно, поэтому Physik Instrumente (Германия) и ALIO Industries (США) производят также и вращающиеся шестигранники (с выдвижными ногами), которые либо установлены на поворотной ступени, либо в них на подвижной платформе установлена поворотная ступень.

Вместе с тем полный поворот платформы (на 360 градусов) вокруг вертикальной оси является важным свойством и позволяет расширить области применения гексаподов. В частности, они могут применяться в качестве устройств для пространственной ориентации объектов, основы для медицинских роботов, реабилитационных устройств или тренажеров транспортных средств. Например, в работах [5, 6] авторами разработаны и исследованы манипуляторы параллельной структуры с полным вращением выходного звена для применения в автомобильных тренажерах. Полное вращение платформы относительно основания осуществляется с помощью круглого рельса, установленного на стойке. Синтез и анализ манипуляторов параллельной структуры с круговой направляющей также рассмотрены в работах [7–10].

В настоящем исследовании обратимся к анализу структуры манипуляторов с круговой направляющей, в которых подвижная платформа соединена с тремя парами кинематических цепей, включающих разные типы шарниров. Соединенные с платформой кинематические цепи в таких манипуляторах образуют подвижный треугольник, служащий опорой для платформы. Каждая кинематическая цепь, расположенная между основанием и платформой, приводится в движение отдельным двигателем, каждый из которых устанавливается в разнесенных друг от друга местах так, чтобы двигатели могли выполнять перемещения каждой из кинематических цепей. Таким образом, объект, установленный на платформе, может быть перемещен с высокой точностью и с полным диапазоном степеней свободы. Рассмотрим основные известные манипуляторы параллельной структуры с круговой направляющей.

Структурный анализ пространственного манипулятора

Один из первых манипуляторов параллельной структуры с круговой направляющей был разработан в 1983 году Т.В. Беликовым и др. [11] и послужил основой для создания последующих моделей манипуляторов этого класса. На рис. 1, *а* показана кинематическая схема данного устройства. В нем число подвижных звеньев равно шестнадцати ($n = 16$), число пар пятого класса равно двенадцати ($p_5 = 12$) и пар третьего класса равно девяти ($p_3 = 9$). В соответствии с формулой А.П. Малышева [12, 13], имеющей вид

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1, \quad (*)$$

где W – подвижность механической системы, определяющая число его степеней свободы, n – число подвижных звеньев механической системы, p_5, p_4, p_3, p_2 и p_1 – число одно-, двух-, трех-, четырех- и пятиподвижных кинематических пар, подвижность манипулятора будет равна $W = 9$. Такой результат включает в себя:

1) шесть активных подвижностей, задаваемых шести кареткам, движущимся по круговой направляющей;

2) три пассивных подвижности от трех звеньев, сопряженных с платформой – каждое из них имеет независимое вращение в силу того, что ось сферический шарнир и две сопряженные вращательные пары имеют общую ось вращения.

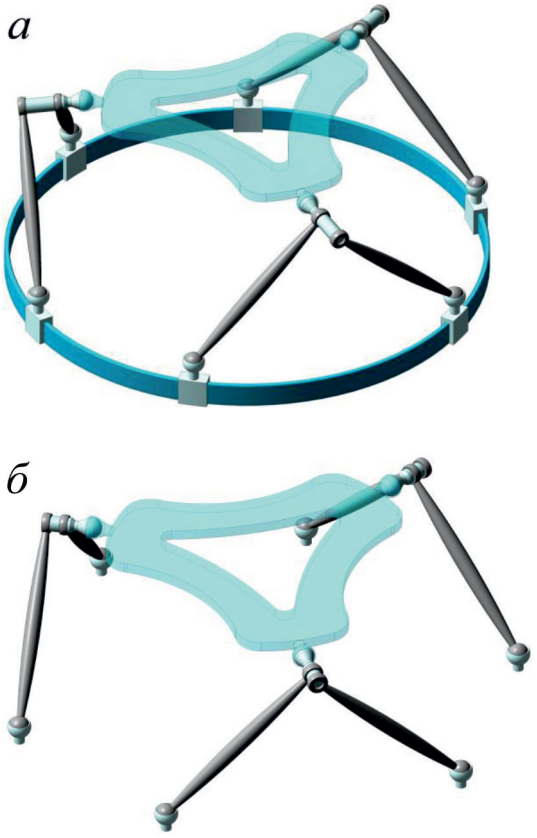


Рис. 1. Кинематическая схема пространственного манипулятора (а); пространственная кинематическая цепь параллельной структуры (б)

При выделении из цепи манипулятора стойки с ведущими звеньями (каретками) получим пространственную кинематическую цепь, приведенную на рис. 1 , *б*. Ее подвижность равняется трем ($W = 3$), т.е. присутствуют три независимых вращения звеньев, соединенных с платформой, вокруг их продольных осей.

Структурный анализ гексапода с двойной круговой направляющей

На рис. 2, *а* показана кинематическая схема гексапода [9], в котором для увели-

чения рабочей области добавлена дополнительная круговая направляющая в виде круглого рельса. Такое конструктивное решение позволяет увеличить рабочее пространство данного манипулятора, при этом гарантирована высокая точность. Также в манипуляторе обеспечивается увеличенное смещение платформы в направлении вертикальной оси, когда каретки попарно расположены на соседних рельсах, по сравнению с манипуляторами, где используется одна круговая направляющая.

Обратимся к рассмотрению структуры данного манипулятора. В нем на неподвижном звене (стойке) установлено шесть кинематических цепей, обеспечивающих три выхода на платформу. Каждая пара кинематических цепей включает в свой состав каретки, выполняющие роль ведущих звеньев, на которые устанавливаются соединительные кинематические цепи, удерживающие выходное звено. Все кинематические пары в манипуляторе выполнены вращательными. Гексапод может быть использован в качестве устройства для пространственной ориентации объектов, для восстановительных постоперационных процедур, в автомобильных и летательных тренажерах, для наклона и перемещения обрабатываемых деталей и других практических приложениях.

Обратимся к структурному анализу гексапода. Он включает в свой состав кроме неподвижного звена тридцать одно подвижное звено ($n = 31$) и тридцать шесть кинематических пар пятого класса ($p_5 = 36$). Подвижность манипулятора при данных параметрах по формуле (*) равна шести ($W = 6$). Такой результат означает, что для получения требуемого движения выходного звена (платформы) нужно задать движения шести входным звеньям (кареткам), перемещающимся по круговой направляющей.

Выделим в структуре гексапода группу нулевой подвижности. Для этого, с учетом результата, полученного по формуле (*), исключим из кинематической цепи шесть ведущих звеньев и шесть кинематических пар, которыми они соединяются со стойкой. Тогда найдем, что группа нулевой подвижности будет включать двадцать пять звеньев ($n = 25$) и тридцать кинематических пар пятого класса ($p_5 = 30$). На рис. 2, *б* показана данная группа. По формуле (*) число степеней свободы этой группы равно нулю ($W = 0$). Найденная группа нулевой подвижности может быть использована при синтезе новых манипуляторов и роботов параллельной структуры.

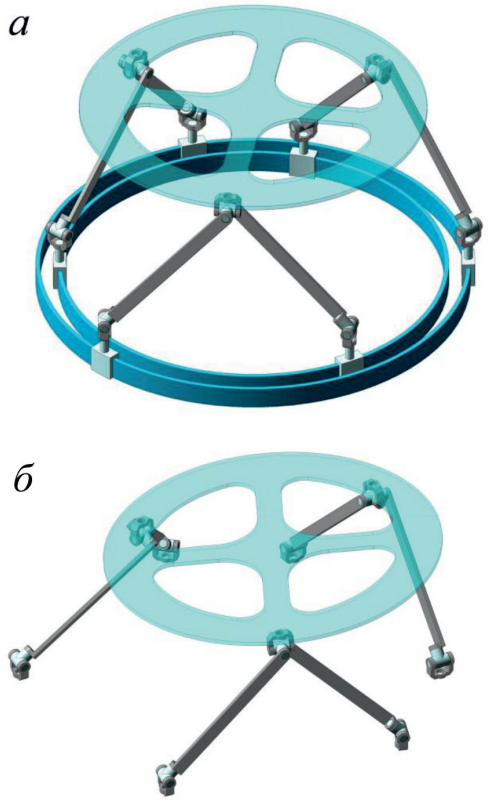


Рис. 2. Кинематическая схема гексапода с двойной круговой направляющей (а); пространственная группа нулевой подвижности с вращательными кинематическими парами (б)

Рассмотренный гексапод с двойной круговой направляющей обладает большим рабочим пространством и потенциально более высокой точностью по сравнению с аналогами, имеющими одну круговую направляющую. В связи с этим применение этого манипулятора для операций, требующих высокую точность, достаточно эффективно.

Структурный анализ ротопода

Следующим примером манипулятора параллельной структуры с круговой направляющей является ротопод [13], показанный на рис. 3, *а*, разработанный американской компанией Hexel, в настоящее время Microlar [14]. В ротоподе кроме вращательных кинематических пар, соединяющих каретки с круговой направляющей, присутствуют и сферические пары. Всего манипулятор включает тринадцать подвижных звеньев ($n = 13$), соединенных шестью вращательными ($p_5 = 6$) и двенадцатью сферическими ($p_3 = 12$) кинематическими парами. Соответственно, при данных параметрах подвижность ротопода по формуле (*) равна $W = 12$. Полученный результат означает, что шесть подвижностей имеют ведущие звенья (каретки), а оставшиеся шесть являются пассивными, возникающи-

ми из-за поворота каждого из звеньев, оканчивающихся сферическими парами, вокруг их продольных осей.

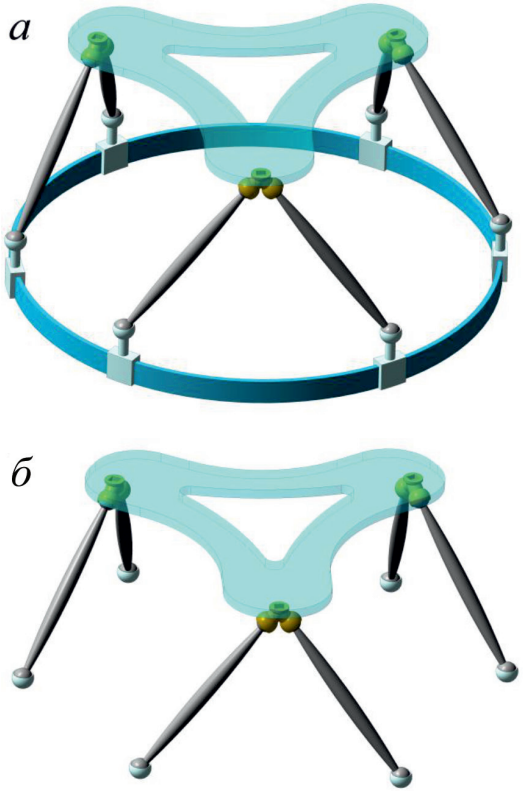


Рис. 3. Кинематическая схема ротопода (а); пространственная кинематическая цепь параллельной структуры (б)

Выделим в ротоподе группу звеньев, соединяющихся с каретками. Она приведена на рис. 3, *б*, и включает в свой состав семь звеньев ($n = 7$) и двенадцать сферических кинематических пар ($p_3 = 12$). Подвижность этой группы звеньев по формуле (*) равна шести ($W = 6$), т.е. каждое из звеньев, соединяющихся с платформой, имеет по одной степени свободы и может поворачиваться вокруг своей продольной оси. Таким образом, приведенная на рис. 3 пространственная кинематическая цепь при соединении с ведущими звеньями образует манипулятор параллельной структуры.

Заключение

В настоящей работе были рассмотрены кинематические схемы известных манипуляторов параллельной структуры с круговой направляющей, обеспечивающие позиционирование и ориентацию рабочей поверхности посредством кинематических цепей, установленных между выходным звеном и стойкой.

Выполнен структурный анализ данных манипуляторов и определена их подвижность. Следует отметить, что для увеличения рабочей зоны выходного звена целесообразно установить на стойке вторую направляющую и, таким образом, расположить каретки попарно на обоих направляющих. Это также позволит увеличить высоту подъема платформы (вертикальное расстояние от стойки до платформы) при неизменных длинах звеньев параллельных кинематических цепей.

Следует отметить также возможность синтеза манипуляторов параллельной структуры с круговой направляющей, имеющих единственный привод и способных направлять выходное звено по разным траекториям. В этом случае с найденными пространственными кинематическими цепями параллельной структуры (рис. 1, *б*, 2, *б*, 3, *б*) должны соединяться одноподвижные механические системы. Такое конструктивное решение обеспечит всей системе единственную степень подвижности [15].

Работа выполнена в рамках Стипендии Президента Российской Федерации (код проекта СП-3755.2016.1).

Список литературы

1. Kong X., Gosselin C.M. Type Synthesis of Parallel Mechanismsю Springer Berlin Heidelberg. – 2007. – 272 p.

2. Возможные применения механизмов параллельной структуры / С.В. Хейло [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2013. – № 5. – С. 19–24.

3. Развитие исследований механизмов параллельной структуры / В.А. Глазунов [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2014. – № 3. – С. 37–43.

4. Глазунов В.А. Структура пространственных механизмов. Группы винтов и структурные группы / В.А. Глазунов // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2010. – № 3. – С. 15–24.

5. Анализ элементарных перемещений манипулятора параллельной структуры с круговой направляющей на основе дифференцирования уравнений связей / А.К. Алешин [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2016. – № 5. – С. 17–21.

6. Кинематический анализ пространственного механизма параллельной структуры с круговой направляющей / Г.В. Рашоян [и др.] // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2014. – № 2. – С. 20–26.

7. Janabi-Sharifi F., Shchokin B. A rotary parallel manipulator: Modelling and workspace analysis. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), New Orleans, LA. – 2004. – P. 3671–3677.

8. Shchokin B., Janabi-Sharifi F. Design and kinematic analysis of a rotary positioner. Robotica. – 2007. – Vol. 25. – P. 75–85.

9. Coulombe J., Bonev I.A. A new rotary hexapod for micropositioning. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Karlsruhe, Germany. – 2013. – P. 877–880.

10. Fomin A., Glazunov V., Didenko V., Paik J. The design of a new rotary hexapod with a single active degree of freedom. Proceedings of the 5th IFToMM International Symposium on Robotics & Mechatronics (ISRM2017), Sydney, Australia.

11. А.с. 1049244 СССР, МПК B 25 J 1/02. Манипулятор / Беликов В.Т., Власов Н.А., Заблонский К.И., Корытин А.М., Щекин Б.М. – 3392819/25-08; заявлено 11.02.82; опубл. 23.10.83, Бюл. 39. – С. 4.

12. Dvornikov L., Fomin A. Development of the basic conditions for division of mechanisms into subfamilies. Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 150. – P. 882–888.

13. Fomin A., Dvornikov L., Paik J. Calculation of the general number of imposed constraints of kinematic chains. Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 206. – P. 1309–1315.

14. Patent 6196081 US, IPC B25J 17/02, G056 11/00. Systems and methods employing a rotary track for machining and manufacturing / Hexel Corporation, 2001.

15. Разработка одноподвижного механизма параллельной структуры с круговой направляющей / А.С. Фомин [и др.] // Материалы международной научной конференции «Колебания и волны» под ред. Р.Ф. Ганиева. – 2017. – С. 155–157.

УДК 537.9

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ЭЛЕКТРОНАМИ НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК NI-MN-GA

Грибов И.В., Данилов С.Е., Дубинин С.С., Марченкова Е.Б., Немытова О.В., Носов А.П., Обухов С.И.

ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, e-mail: nossov@imp.uran.ru

Исследованы изменения магнитных свойств тонких пленок системы Ni-Mn-Ga с толщинами 200 и 400 нм, полученных магнетронным распылением на постоянном токе на монокристаллические подложки из A-Al_2O_3 с ориентацией (11–20), после облучения электронами с энергией 5 МэВ. Доза электронного облучения составляла 2×10^{18} см$^{-2}$. Выявлена систематическая зависимость температуры Кюри T_C пленок разной толщины от дозы электронного облучения. Экспериментально показано, что уменьшение T_C связано с толщиной пленки и составляет –100 К для пленок толщиной 200 нм и –122 К для пленок толщиной 400 нм. Результаты могут быть использованы при разработке методов и способов управления магнитными свойствами перспективных тонкопленочных приборов и наноструктур микро- и магнитоэлектроники.

Ключевые слова: сплавы Ni-Mn-Ga, магнетронное распыление, тонкие пленки, магнитные свойства, облучение электронами

EFFECT OF HIGH ENERGY ELECTRON IRRADIATION ON MAGNETIC PROPERTIES OF NI-MN-GA THIN FILMS

Gribov I.V., Danilov S.E., Dubinin S.S., Marchenkova E.B., Nemytova O.V., Nosov A.P., Obukhov S.I.

M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, e-mail: nossov@imp.uran.ru

Evolution of magnetic properties of thin Ni-Mn-Ga films with the thicknesses of 200 and 400 nm grown by dc magnetron sputtering on the single-crystalline A-Al_2O_3(11-20) substrates after irradiation with 5 MeV electrons was investigated. The fluence was 2×10^{18} cm^{-2}. Systematic dependence of the Curie temperature T_C of films with different thicknesses on fluence was revealed. It is shown experimentally that decrease of T_C is related to the thickness of the films and is equal -100K for 200 nm films and -122K for 400 nm films. The results can be used in development of advanced thin-film devices and nanostructures for micro- and magnetoelectronics.

Keywords: Ni-Mn-Ga alloys, magnetron sputtering, thin films, magnetic properties, electron irradiation

Ресурс работы приборов и элементов магнито-, опто- и наноэлектроники, работающих в условиях воздействий различных видов радиационных излучений, определяется происходящими радиационно-стимулированными изменениями их структурных, транспортных и магнитных свойств. Воздействие различными видами радиационных излучений можно рассматривать как эффективный метод контролируемого неразрушающего управления рабочими характеристиками таких тонкопленочных приборов и элементов [1–3].

Понимание физических механизмов структурно-фазовых превращений в магнитных материалах, происходящих при радиационном облучении, например, нейтронами или потоками быстрых электронов с энергией в несколько МэВ, сильно затруднено сложностями учета взаимного влияния нескольких одновременно идущих процессов, таких как возникновение радиационных дефектов, их кластеров, рекомбинацией, взаимодействием, накоплением, миграцей.

Сравнительно более простые процессы происходят при облучении материалов потоками электронов с энергией в несколько МэВ. В этом случае, в отличие от облучения быстрыми нейтронами, не происходит образование каскадов атомных смещений, которое сопровождается сложными процессами формирования вакансионных кластеров, образующихся в каскадах смещений. В свою очередь каскады смещений являются эффективными стоками точечных дефектов, влияют на диффузионную длину свободной миграции дефектов и радиационно-индуцированные диффузионные процессы. Данные о радиационно-индуцированных структурно-фазовых изменениях в магнитных материалах и особенно в тонких пленках немногочисленны и зачастую противоречивы.

Металлические ферромагнитные сплавы системы Ni-Mn-Ga активно исследуются в настоящее время как интеллектуальные материалы нового поколения, свойствами которых можно управлять различными физическими воздействиями. В сплавах

этой системы наблюдаются обусловленные термоупругими мартенситными превращениями эффекты памяти формы и сверхупругости. Достоинством сплавов системы Ni-Mn-Ga является возможность управления эффектами памяти формы и сверхупругости как магнитным полем, так и температурой и механическими напряжениями. Основные характеристики ферромагнитных сплавов системы Ni-Mn-Ga зависят от числа валентных электронов, приходящихся на атом (*e/a*), и определяются особенностями магнитных взаимодействий. Изменение химического состава или легирование являются эффективными приемами влияния на физические свойства сплавов системы Ni-Mn-Ga. Кроме того, при неизменном химическом составе физические свойства сильно зависят от экстремальных внешних воздействий, таких как радиационные, температурные, деформационные, которые могут существенно влиять, в частности, на дефектность структуры, параметры дальнего атомного порядка и особенности магнитного упорядочения. В случае тонких пленок можно ожидать более сильной зависимости свойств по сравнению с объемными материалами аналогичного состава.

Ранее нами сообщалось о результатах исследований закономерностей изменений состава приповерхностных слоев и физических свойств тонких пленок системы Ni-Mn-Ga при их росте на монокристаллических подложках с различными параметрами решеток [4].

В настоящей работе сообщается об исследованиях изменений магнитных свойств тонких пленок системы Ni-Mn-Ga, полученных магнетронным распылением на монокристаллические подложки из A-Al_2O_3(11-20) под действием облучения электронами с энергией 5 МэВ с дозой 2×10^{18} см$^{-2}$.

Материалы и методы исследования

В качестве материала мишени был выбран состав $Ni_{50}Mn_{29}Ga_{21}$. Объемные образцы получали плавкой в атмосфере аргона. Аттестация состава объемных образцов методом электронно-зондового микроанализа подтвердила соответствие элементного состава формуле $Ni_{50}Mn_{29}Ga_{21}$. Величина температуры Кюри (T_C) мишени, определенная из данных по динамической магнитной восприимчивости, составила 362,5 К.

Тонкие пленки получали методом магнетронного распыления материала мишени на постоянном токе в атмосфере аргона. Толщину пленок контролировали непосредственно в процессе напыления методом кварцевого вибратора. Были получены серии пленок с толщинами 200 и 400 нм. В качестве подложек использовали эпиполированные монокристаллические пластины A-Al_2O_3 с ориентацией (11–20). Полученные пленки термообрабатывали в вакууме при температуре 673 К в течение 1 часа.

Магнитные измерения проводили в вибрационном магнетометре при ориентации магнитного поля в плоскости образца. Температурные измерения проводили в режиме охлаждения от температуры 400 К путем регистрации петель гистерезиса (зависимостей намагниченности образца от приложенного поля $M_{sample}(H)$) при каждой выбранной температуре после ее стабилизации с погрешностью лучше ± 0,5 К.

Облучение исследованных образцов электронами с энергией 5 МэВ проводилось на ускорителе электронов ЛУЭ-5 в ИФМ УрО РАН в проточном гелиевом термостате в атмосфере очищенного гелия при температуре около 270 К. Плотность тока пучка электронов составляла 5÷10 мкА/см^2. Неоднородность распределения пучка электронов по площади облучения 10×10 мм^2 была лучше 15%. Накопленная доза (флюенс) облучения 2×10^{18} см$^{-2}$ была получена при измерении прошедшего пучка цилиндром Фарадея.

Результаты исследования и их обсуждение

При типичной толщине подложки 0,4 мм и толщине пленки ~400 нм соотношение объемов пленки и подложки составляет порядка 10^5. Поэтому при регистрации петель гистерезиса для тонкопленочных образцов основной вклад в сигнал вибрационного магнетометра дает подложка. Величина сигнала от подложки $M_{substr}(H) = \chi H$ определяется ее магнитной восприимчивостью χ при заданной величине приложенного магнитного поля H. Для корректного учета вклада подложки при каждом значении температуры зависимость намагниченности для образца $M_{sample}(H)$ в области сильных (более 4 кЭ) полей аппроксимировали в линейном приближении, после чего вклад от пленки находили как $M(H) = M_{sample}(H) - M_{substr}(H)$. Рис. 1 иллюстрирует эту процедуру. На нем приведена экспериментально полученная зависимость намагниченности образца от приложенного поля $M_{sample}(H)$ для необлученной пленки $Ni_{50}Mn_{29}Ga_{21}$ толщиной 400 нм на подложке A-Al_2O_3(11-20), снятая при температуре 220 К. Заполненные символы соответствуют зависимости $M_{sample}(H)$. Сплошная линия – зависимость $M_{substr}(H)$. Незаполненные символы – сигнал от пленки $M(H)$ после вычитания вклада подложки. Зависимости $M(H)$ имели вид, типичный для ферромагнитных материалов: сильные изменения в области слабых (менее 1 кЭ) магнитных полей с выходом на насыщение в области сильных (более 3 кЭ) полей. Значение намагниченности насыщения M_S при каждой температуре находили линейной экстраполяцией зависимости $M(H)$ из области сильных (более 4 кЭ) полей к нулевому значению магнитного поля.

Результаты измерений температурных зависимостей намагниченности насыщения для необлученных образцов тонких пленок представлены на рис. 2. Значения температур Кюри составили: 350 К для пленки тол-

щиной 200 нм и 352 К для пленки толщиной 400 нм. Эти значения близки к величине 362,5 К, соответствующей T_C мишени.

Результаты измерений температурных зависимостей намагниченности насыщения для облученных образцов тонких пленок представлены на рис. 3. Значения температур Кюри (T_C) составили: 250 К для пленки толщиной 200 нм и 230 К для пленки толщиной 400 нм. Таким образом, для пленки толщиной 200 нм понижение T_C в результате облучения высокоэнергетическими электронами составило 100 К, а для пленки толщиной 400 нм – 122 К.

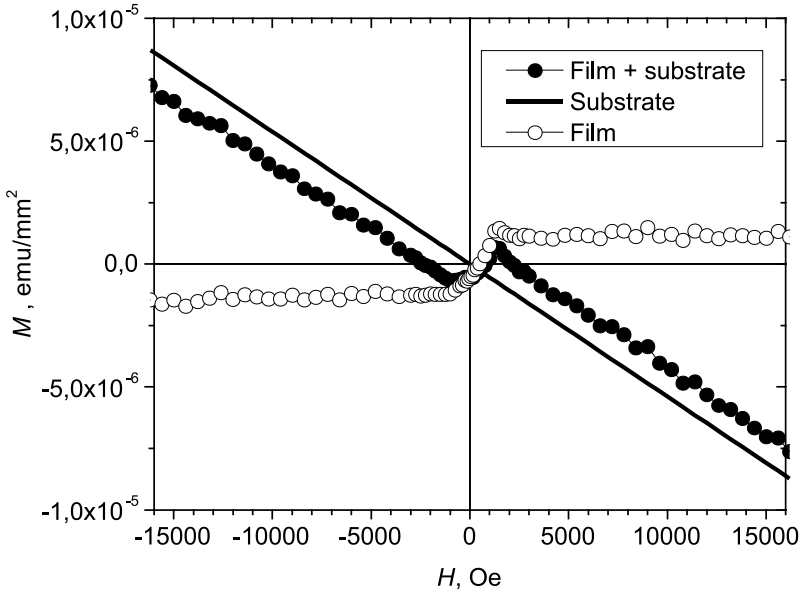


Рис. 1. Зависимость намагниченности от приложенного поля для необлученной пленки $Ni_{50}Mn_{29}Ga_{21}$ толщиной 400 нм на подложке A-Al_2O_3(11–20). Данные для температуры 220 К. Заполненные символы – суммарный сигнал от пленки и подложки. Сплошная линия – парамагнитный вклад подложки. Незаполненные символы – сигнал от пленки после вычитания вклада подложки

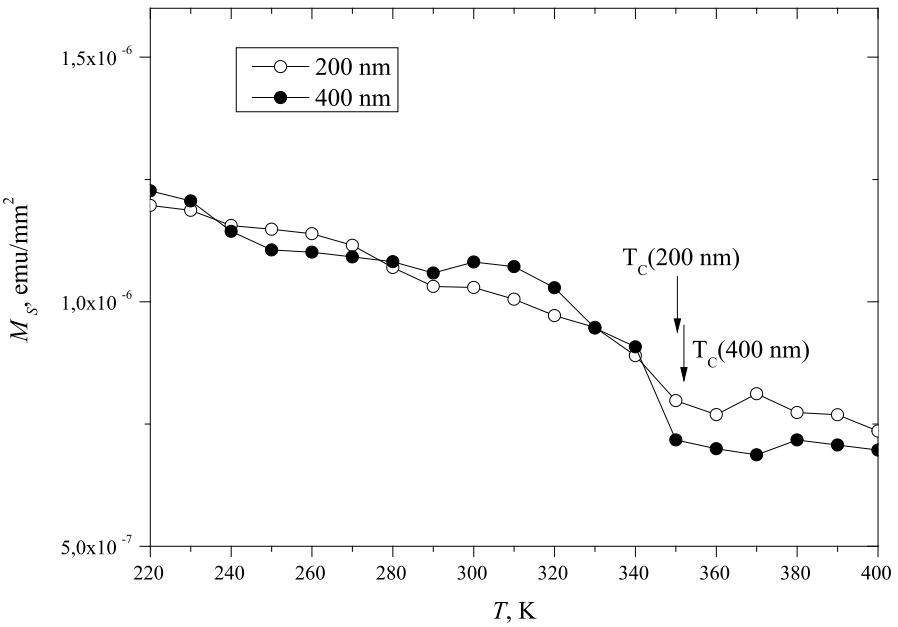


Рис. 2. Температурные зависимости намагниченности насыщения M_S для необлученных пленок $Ni_{50}Mn_{29}Ga_{21}$ толщиной 200 и 400 нм на подложках A-Al_2O_3(11–20). Стрелками указаны значения температур Кюри T_C

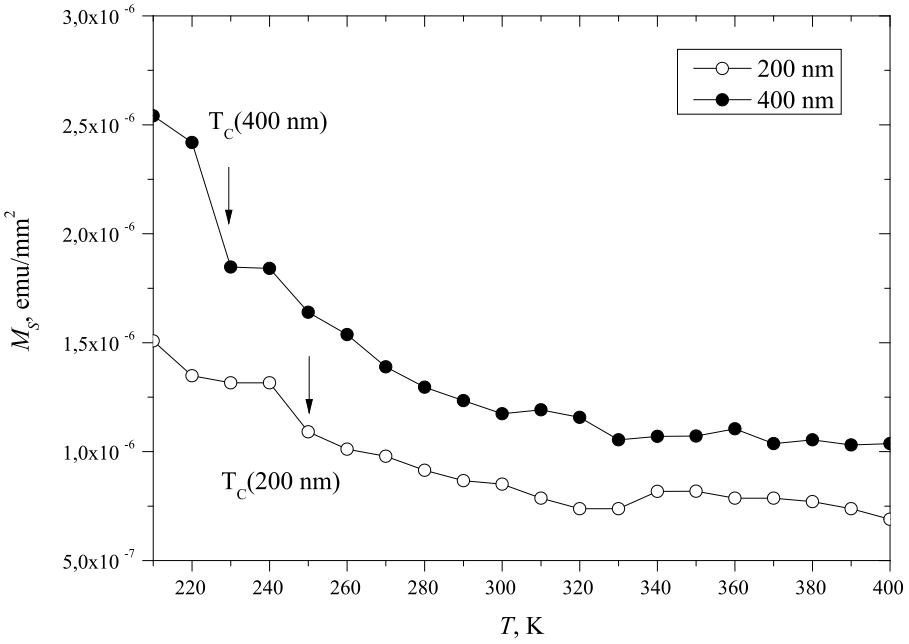


Рис. 3. Температурные зависимости намагниченности насыщения M_S для пленок $Ni_{50}Mn_{29}Ga_{21}$ толщиной 200 и 400 нм на подложках А-Al_2O_3(11–20) после облучения электронами с энергией 5 МэВ с дозой 2×10^{18} см$^{-2}$. Стрелками указаны значения температур Кюри T_C

Полученные значения уменьшения температуры Кюри вследствие облучения высокоэнергетическими электронами типичны для ферромагнетиков на основе 3*d* металлов. Сопоставимые по величине изменения температуры Кюри наблюдались в [5] для аморфного ферромагнитного сплава состава $Co_{67.25}Fe_{4.5}Si_{12.25}B_{15}$. Следует отметить повышение намагниченности насыщения в результате облучения. Об этом свидетельствуют величины намагниченности при температуре 220 К (см. рис. 1, 2). Аналогичные закономерности в изменениях намагниченности насыщения наблюдались в [5] для сравнительно малых флюенсов. С ростом величины флюенса намагниченность насыщения уменьшалась. Как показано в работе [6], такой рост в металлических материалах на основе 3*d* металлов может быть связан с радиационно – стимулированными явлениями рекристаллизации и образованием новых фазовых включений при температурах порядка 298 К и ниже. Существенным является то обстоятельство, что кинетика и конечные продукты этих процессов существенно отличаются от таковых, наблюдаемых при только термических воздействиях.

Накопленная доза облучения 2×10^{18} см$^{-2}$ соответствует концентрации смещенных атомов на атом пленки (дефектов Френкеля) около 0,02 % или ~2×10^{-4} смещений на атом. Длина пробега электронов с энергией 5 МэВ в сплавах с элементным составом, близким к никелю, составляет около 5 мм. Поэтому можно полагать, что генерация дефектов Френкеля по объему пленок происходит однородно по всей площади поверхности и по глубине со степенью, определяемой однородностью пучка высокоэнергетических электронов. Если температура образца достаточно высока, то генерированные дефекты могут мигрировать, обусловливая тем самым радиационно-ускоренную диффузию и изменения, как химического состава, так и параметров магнитного взаимодействия. Дальнейшая эволюция дефектов может быть различной в зависимости от их подвижности, химического и примесного состава облучаемого материала. Также возможным физическим механизмом изменений магнитных свойств материалов на основе 3*d* металлов при облучении высокоэнергетическими электронами может быть изменение параметров магнитных характеристик и плотности незанятых состояний отдельных атомов. Как показано в [7], в результате облучения высокоэнергетическими электронами с энергией 1,2 МэВ у 3*d* металлов величины спинового и орбитального магнитных моментов могут изменяться сложным образом: орбитальный магнитный момент может существенно уменьшаться, при этом величина спинового магнитного момента может незначительно увеличиваться. Могут иметь место радиационно-стимулированные процессы переноса

заряда между разными атомами, а также изменения параметров локального ближнего упорядочения и электронной структуры. Уточнение механизмов воздействия радиационных дефектов на магнитные свойства сплавов на основе 3*d* металлов требует дальнейших исследований.

Заключение

Методом магнетронного распыления на постоянном токе получены тонкие пленки состава $Ni_{50}Mn_{29}Ga_{21}$ на подложках A-Al_2O_3 толщиной 200 и 400 нм. Исследовано влияние облучения электронами с энергией 5 МэВ и дозой 2×10^{18} см$^{-2}$ на магнитные свойства. Экспериментально показано, что облучение пленок электронами приводит к уменьшению температуры Кюри. Изменение T_C составило –100 К для пленок толщиной 200 нм и –122 К для пленок толщиной 400 нм.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-02-01782). Работы на ускорителе электронов выполнены в рамках государственного задания ФАНО России (тема «Спин», № 01201463330). При выполнении температурных исследований использовано оборудование ИЦ НПМ ИФМ УрО РАН.

Список литературы

1. Krasheninnikov A.V., Nordlund K. Ion and electron irradiation-induced effects in nanostructured materials // Journal of Applied Physics. – 2010. – vol. 107. – 071301(70 p.).

2. Qin W., Nagase T., Umakoshi Y. Electron irradiation-induced nanocrystallization of amorphous Fe85B15 alloy: Evidence for athermal nature. Acta Materialia. – 2009. – vol. 57. – P. 1300–1307.

3. Devolder T., Barisic I., Eimer S., Garcia K., Adam J.-P., Ockert B., and Ravelosona D. Irradiation-induced tailoring of the magnetism of CoFeB/MgO ultrathin films // Journal of Applied Physics. – 2013. – vol. 113. – 203912 (4 p.).

4. Носов А.П. Магнитные и транспортные свойства тонких пленок Ni-Mn-Ga полученных магнетронным распылением. / Носов А.П., Грибов И.В., Данилов С.Е., Дубинин С.С., Марченкова Е.Б., Немытова О.В., Обухов С.И., Логинов Б.А., Беспалов В.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12–9. – С. 1618–1622.

5. Chiriac Y., Rusu F. On electron-beam irradiation effect on the magnetic properties of $Co_{67.25}Fe_{4.5}Si_{12.25}B_{15}$ amorphous ribbons // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 1999. – Vol. 196–197. – P.156–158.

6. Takeshi Nagase, Yukichi Umakoshi. Temperature dependence in density-fluctuation-induced crystallization in metallic glass by MeV electron irradiation // Intermetallics. – 2010. – Vol. 18. – Iss. 10. – P. 1803–1808.

7. Yang L., Zhen L., Yan W.S., Xu C.Y., Sun X.Y., Shao W.Z. XMCD study of Fe-Cr-Co alloy under electron irradiation // Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena. – 2010. – Vol. 180. – P. 34–38.

УДК 537.6:544.032.14

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ NI@C

Новиков С.И., Конев А.С., Уймин М.А., Ермаков А.Е., Привалова Д.В., Майков В.В.

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

Магнитные нанопорошки широко используются в различных областях техники и в биомедицине. Изменение магнитных свойств с размером часто описывается с привлечением теории суперпарамагнетизма. Однако использование этих представлений зачастую не имеет достаточно строгого обоснования. Методом газофазного синтеза получены нанопорошки Ni@C со структурой ядро – оболочка. Изучены их магнитные свойства – начальная магнитная восприимчивость, кривые намагничивания в диапазоне температур от 20 °C до 360 °C. В данной работе показано, что изменение магнитных свойств с температурой не может быть описано в рамках суперпарамагнитной модели. Предполагается, что ядро наночастицы представляет собой твердый раствор углерода в никеле со значительным превышением концентрации углерода по сравнению с равновесным его значением.

Ключевые слова: наночастицы, углеродное покрытие, восприимчивость, суперпарамагнетизм, никель, углерод

MAGNETIC PROPERTIES OF NI@C NANOCOMPOSITES

Novikov S.I., Konev A.S., Uymin M.A., Ermakov A.E., Privalova D.V., Maykov V.V.

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

Magnetic nanopowders are widely used in various fields of technology and in biomedicine. The change in magnetic properties with a size is often described with the help of the theory of superparamagnetism. However, the use of these representations often does not have a sufficiently rigorous justification. Nanopowders Ni @ C with a core-shell structure were obtained by gas-condensation synthesis. Their magnetic properties-the initial magnetic susceptibility, magnetization curves in the temperature range from 20 °C to 360 °C have been studied. In this paper it is shown that a change in the magnetic properties with temperature can not be described in the framework of a superparamagnetic model. It is assumed that the core of a nanoparticle is a solid solution of carbon in nickel with a significant excess of the carbon concentration in comparison with its equilibrium value.

Keywords: nanoparticle, carbon coating, susceptibility, superparamagnetism, nickel, carbon

Металл-углеродные наночастицы со структурой ядро – оболочка представляют интерес для различных областей науки и техники, например в катализе и биомедицине. Для каталитических применений важны свойства углеродной оболочки, которые, как было установлено, зависят от состава ядра [1]. В биомедицинском плане оболочка играет защитную роль, предохраняя биологические среды от контакта с никелем или железом, входящими в состав ядра композита. Благодаря магнитным свойствам ядра эти частицы могут быть использованы либо для усиления контраста при МРТ исследованиях, либо для контроля доставки лекарств к требуемому органу. Металл-углеродные наночастицы могут быть получены различными способами, например химическим темплатным синтезом [2], с помощью лазерного испарения композитной мишени [3] или с помощью газофазного синтеза [4]. Структура частиц довольно сильно зависит от способа синтеза и даже при одном способе синтеза изменяется в зависимости от технологических параметров процесса. Важнейшими параметрами таких частиц являются размер и состав ядра. Обычно применяемый рентгеновский дифракционный метод фазового анализа не позволяет в данном случае достаточно полно охарактеризовать такой нанокомпозит. Дифрактограммы обычно содержат только несколько уширенных пиков, соответствующих основным линиям металлического ядра. Параметр элементарной ячейки, определенный по положению этих пиков, практически не отличается от параметра ячейки металла, составляющего ядро. Поэтому необходимо привлекать другие методы для анализа состава ядра. В частности, для анализа состава ядра в железо-углеродных композитах результативным является использование эффекта Мессбауэра. В случае никель-углеродных композитов эта методика неприменима без добавления изотопа ^{57}Fe [5]. Но даже с применением такого подхода весьма непросто определить состав ядра, поскольку при синтезе формируется неравновесная структура, а референтные данные для той или иной методики, как правило, получены для равновесных фаз в соответствующих системах металл – углерод. Мы попытались привлечь для этих целей результаты магнитных измерений. При-

нято считать, что при размере ядра менее 10 нм для таких магнитных материалов, как железо или никель, при комнатной температуре магнитное состояние должно описываться в модели суперпарамагнетизма. В литературе часто именно таким образом и характеризуются подобные композиты на основании только одного показателя – близкой к нулю коэрцитивной силы [6]. Однако малая коэрцитивная сила может быть присуща и ферромагнитным частицам. Особенность суперпарамагнитных частиц ярче всего проявляется при измерении магнитных свойств в широком температурном интервале. В этой работе мы синтезировали наночастицы Ni@C с размером ядра порядка 5 нм и исследовали его магнитные свойства в диапазоне температур от комнатной до 360 °C с целью проверки применимости суперпарамагнитной модели для описания магнитных свойств этого вещества. Принцип действия установки газофазного синтеза описан в работе [5]. Суть метода состоит в испарении металла в потоке смеси аргона и углеводорода. Давление газа-носителя (аргон) составляло 170 Торр, скорость потока – 170 л/час. В качестве источника углерода использовался бутан, добавляемый к аргону в количестве около 2 %. Начальная магнитная восприимчивость от 20 до 360 °C измерялась методом дифференциального трансформатора. Петли гистерезиса при комнатной температуре измеряли с помощью вибромагнитометра в полях до 27 кЭ. Кривые намагничивания при температурах от 20 до 360 °C измеряли с помощью весов Фарадея. Кривые намагничивания аппроксимировались набором ланжевеновских функций, что позволяло оценить распределение магнитных частиц по размеру в предположении справедливости суперпарамагнитного описания.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные нами ранее электронно-микроскопические исследования показали, что синтезированные при указанных условиях порошки состоят из частиц никеля размером (3–5) нм, окруженных стеклоподобным слоистым углеродом (рис. 1).

Кривая намагничивания композита Ni@C при 20 °C представлена на рис. 2. Вид кривой – достаточно крутой начальный участок и отсутствие насыщения в полях до 27 кЭ – вполне соответствует предположению о суперпарамагнитном состоянии композита. Кривая намагничивания суперпарамагнетика, состоящего из частиц разных размеров, описывается суммой ланжевеновских функций

$$M_i (H, T) = M_{Si} L(m_i, H, T),$$

где M_i и M_{Si} – текущее значение намагниченности и намагниченность насыщения i-ой фракции частиц, m_i – магнитный момент частицы этой фракции H – магнитное поле, T – температура, L –функция Ланжевена.

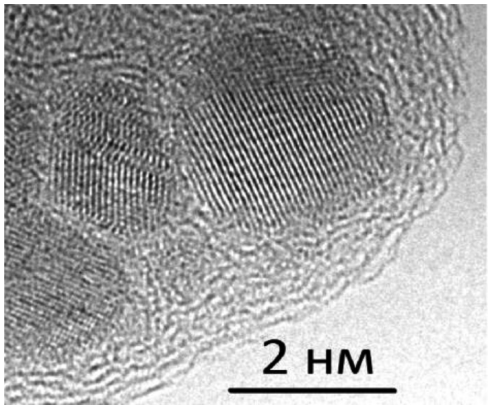


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение композита Ni@C

В результате аппроксимации экспериментальной кривой набором таких функций была получена кривая распределения частиц по размеру в единицах магнитного момента, выраженного в магнетонах Бора (рис. 3). Как видно из рис. 3, для адекватного описания экспериментальной кривой намагничивания магнитный момент частиц должен быть в диапазоне от десятков до 1–2 тысяч магнетонов Бора. Если учесть, что никель в металлическом состоянии имеет атомный момент около 0,6 магнетонов Бора, количество атомов никеля в частицах должно составлять от сотни до 2–4 тысяч штук, что дает диапазон размеров от 1,5 до 4 нм. Это не противоречит полученному из микроскопии среднему размеру ядра порядка 3–5 нм.

Температурная зависимость начальной магнитной восприимчивости представлена на рис. 4. Она принципиально отличается от типичной кривой для массивного никеля (кривая 2 на рис. 4), показывая непрерывное монотонное уменьшение сигнала с температурой. Такого типа кривые могут наблюдаться для суперпарамагнетиков с набором температур блокировки. Таким образом, представленные результаты не противоречат модели суперпарамагнитного состояния композита.

Но наиболее важным способом проверки справедливости этой модели является измерение кривых намагничивания при разных температурах. Эти кривые представлены на рис. 5 в координатах $M/M_S(Ni) – H/T$.

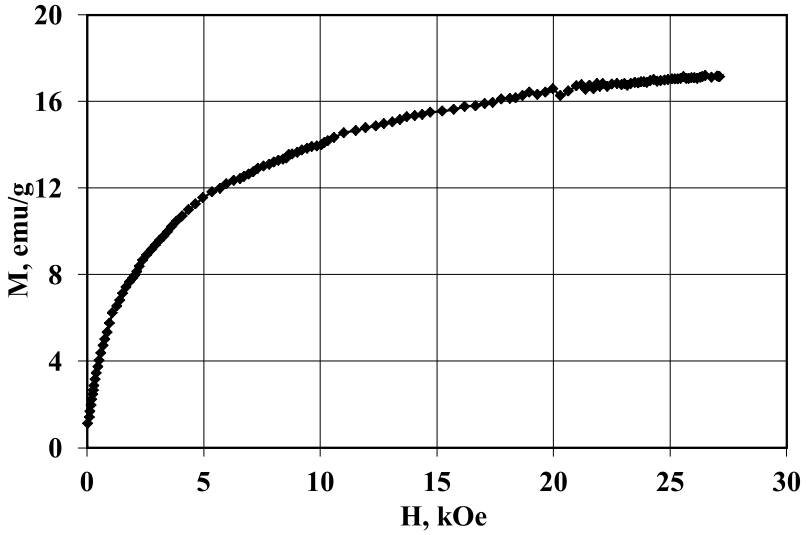


Рис. 2. Кривая намагничивания нанокомпозита Ni@C при 20 °C

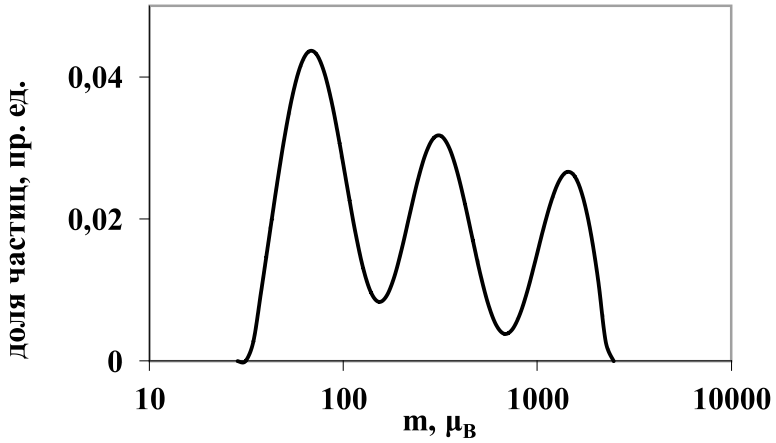


Рис. 3. Распределение частиц по размерам в единицах магнитного момента (магнетоны Бора)

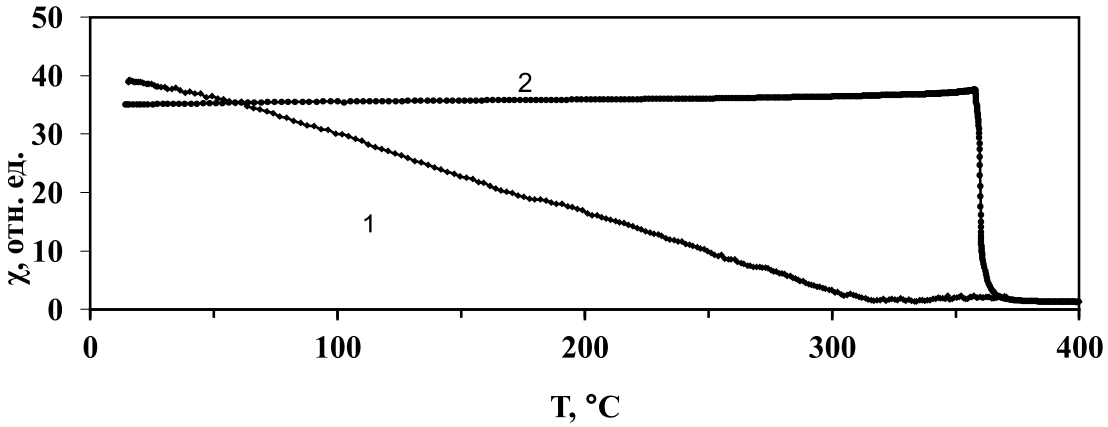


Рис. 4. Магнитная восприимчивость композита Ni@C (1) и крупного порошка никеля (2)

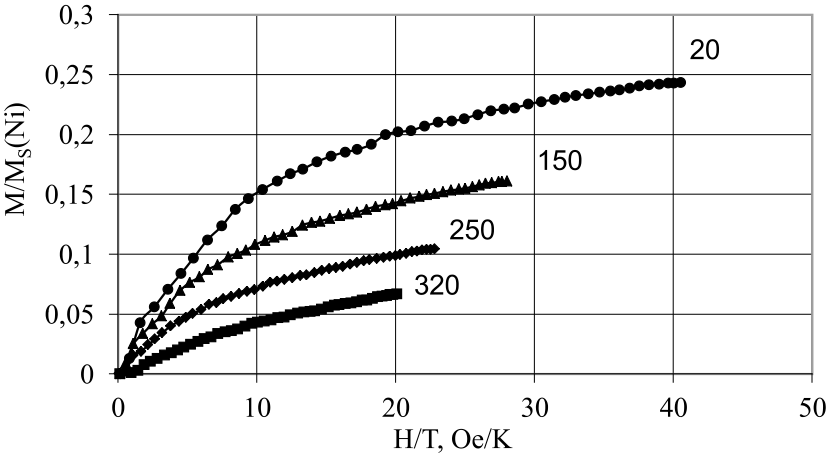


Рис. 5. Кривые намагничивания нанокомпозита Ni@C в приведенных координатах при разных температурах

В этих координатах кривые намагничивания при разных температурах должны совпадать. Однако, как видно из рис. 5, этот тест на справедливость суперпарамагнитного описания кривых намагничивания дает отрицательный результат. Намагниченность композита уменьшается гораздо быстрее с температурой, чем должна была бы делать это в соответствии с формулой Ланжевена. Видимо, это является результатом того, что температура Кюри значительной части ядер композита заметно ниже, чем у никеля. Скорее всего, имеет место довольно широкое распределение частиц по температурам Кюри, и при нагреве постепенно все больше и больше частиц переходят в парамагнитное состояние, понижая таким образом общую намагниченность в данном поле по сравнению с суперпарамагнитной моделью, в которой предполагалось, что ядра состоят только из никеля, т.е. вещества с температурой Кюри 358 °C. Единственной, на наш взгляд, причиной такого снижения температуры Кюри в данном случае может быть растворение углерода в никелевом ядре, значительно превышающее предел растворимости по равновесной диаграмме состояний (3 атомных процента). Следует отметить, что этот вывод о химическом составе ядра невозможно получить с помощью методов локального химического анализа, такого как EDAX, поскольку в области съема сигнала обязательно оказалась бы и углеродная оболочка, и долю сигнала от углерода из ядра невозможно было бы выделить из суммарного сигнала от углерода оболочки и от углерода в ядре. К сожалению, определить точную концентрацию углерода в ядре из наших данных не представляется возможным.

В литературе имеются сообщения о появлении неравновесных фаз в системе Ni-C с содержанием углерода от 5 до 60 % [7]. Авторы получили набор пленок с разным соотношением углерода и никеля с помощью магнетронного распыления. Следует сразу отметить, что использование подложки при таком синтезе может детерминировать тип кристаллической структуры вещества, конденсирующегося на подложке. Тем не менее авторы [7] наблюдали несколько типов кристаллических структур в полученных пленках, а именно ГЦК NiC_x при x = 0,05, ГПУ NiC_x при x от 16 до 61 %, а также аморфную фазу, которая вытесняет кристаллические фазы по мере увеличения концентрации углерода. К сожалению, в работе [7] не исследовались магнитные свойства полученных пленок, и мы не нашли в литературе магнитных данных относительно пересыщенных растворов углерода в никеле. В нашем случае мы не наблюдали на дифрактограммах признаков появления ГПУ фазы NiC_x – эта фаза должна была бы дать линии в области углов чуть меньше 2θ = 40 град., но в этой области углов никаких рефлексов не фиксировалось. В принципе при высокой концентрации углерода в наших порошках могла бы образовываться аморфная фаза, которая давала бы основной пик на дифрактограммах, близкий к основному пику фазы ГЦК Ni или ГЦК NiC_x [7]. Однако, как видно из рис. 1, ядра частиц обладают высокой степенью кристалличности, так как в каждой частице видны кристаллографические плоскости, а в одной из частиц наблюдаются двойники, характерные для ГЦК металлов, к которым относится никель. Таким образом, предположение об образовании аморфной фазы или фазы с ГПУ решеткой

не имеет каких-либо подтверждений в нашем случае. Возможно, при формировании относительно равноосных частиц в отличие от пленок на подложке даже при высоких концентрациях углерода сохраняется ГЦК структура. Высказанное предположение об образовании сильно пересыщенного ГЦК твердого раствора NiC_x можно проверить, проводя отжиги таких порошков. В результате таких отжигов должен будет происходить распад твердого раствора, что приведет к увеличению намагниченности и возвращению температурной зависимости восприимчивости к нормальному виду, характерному для металлического никеля. Но при этом атомы углерода должны иметь возможность сформировать свою фазу (графит), что, скорее всего, потребует разрушения углеродной оболочки, так как при относительно низких температурах скорость диффузии в углеродной оболочке будет невысокой. Оба эти явления (увеличение намагниченности и разрушение оболочек) можно наблюдать, и это будет являться направлением нашей дальнейшей работы.

Выводы

Анализ магнитных свойств нанокомпозита Ni@C со структурой ядро – оболочка показывает, что в состав никелевого магнитного ядра должен входить углерод в достаточно высоких концентрациях, что может объяснить аномально быстрое снижение намагниченности в диапазоне температур от комнатной до 320 °C. Наличие углерода в ядре практически невозможно зафиксировать такими рутинными методами, как EDAX, поскольку этому препятствует наличие углеродной оболочки, и магнитные методы анализа в этом случае оказываются более эффективными.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема «Магнит», № 01201463328).

Список литературы

1. Boukhvalov D.W., Gornostyrev Y.N., Uimin M.A., Korolev A.V., Yermakov A.Y. Atomic, electronic and magnetic structure of graphene/iron and nickel interfaces: theory and experiment // RSC Adv. Royal Society of Chemistry. – 2015. – vol. 5, no. 12. – P. 9173–9179.

2. Zhou W. Kun Zheng K., He L., Wang R., Guo L., Chen C., Han X., and Zhang Z. Ni/Ni3C core-shell nanochains and its magnetic properties: One-step synthesis at low temperature // Nano Lett. – 2008. – vol. 8. – no. 4. – P. 1147–1152.

3. Ma Y., Hu Z., Yu L., Hu Y., Yue B., Wang X., Chen Y. Chemical Functionalization of Magnetic Carbon-Encapsulated Nanoparticles Based on Acid Oxidation // J. Phys. Chem B. – 2006. – vol. 110, no. 41. – P. 20118–201220.

4. Комбинационное рассеяние света и электронная микроскопия нанокомпозитов со структурой металлическое ядро − углеродная оболочка / Ю.С. Поносов [и др.] // Физика твердого тела. – 2013. – Т. 55, № 7. – С. 1425–1432.

5. Синтез, структура и магнитные свойства наночастиц железа и никеля, капсулированных в углерод / Цурин В.А. [и др.] // Физика твердого тела. – 2014. – Т. 56, № 2. – С. 287–300.

6. Tucek J., Sofer Z., Bousa D., Pumera M, Hola K., Mala A., Polakova K , Havrdova M., Cepe K., Tomanec O. and Zboril R. Air-stable superparamagnetic metal nanoparticles entrapped in graphene oxide matrix // Nat. Commun. – 2016. – Vol. 7. – P. 12879.

7. Furlan A., Lu J., Hultman L., Jansson U., Magnuson M. Crystallization characteristics and chemical bonding properties of nickel carbide thin film nanocomposites// Journal of Physics: Condensed Matter 26 2014. – Vol. 26. – 415501 (11 p).

УДК 665.66

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕХАНООБРАБОТКИ НА ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГУДРОНА

Сурков В.Г., Певнева Г.С., Головко А.Г.

ФГБУН Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, Томск, e-mail: sur@ipc.tsc.ru

Изучено влияние температуры механоактивационной обработки (МО) на превращения высокомолекулярных соединений – смол и асфальтенов гудрона. МО выделенных из гудрона смол и асфальтенов проводили на установке АГО-2М в среде аргона при температурах 80, 140 и 180 °С в течение 30 мин. Установлено, что при температурах МО выше 140 °С происходит частичная деструкция асфальтенов и смол с образованием газообразных продуктов: водорода и углеводородов C_1-C_5. С увеличением температуры МО (80–180 °С) происходит увеличение степени деструкции асфальтенов и смол, приводящее к образованию 11,5 и 10,5 % мас. углеводородов (масел) соответственно. Впервые показано: увеличение температуры МО асфальтенов приводит к увеличению молекулярной массы, блочности молекул остаточных асфальтенов. Реакции деалкилирования интенсивно протекают при Тма = 180 °С, что сказывается на снижении количества алифатических структур в остаточных асфальтенах. Повышение температуры МО смол приводит к укрупнению средних молекул остаточных смол, хотя изменения их структурных параметров незначительны по сравнению с исходными смолами. Прямой зависимости изменений структурных характеристик асфальтенов, образовавшиеся при МО смол, от температуры не выявлено.

Ключевые слова: смолы, асфальтены, углеводороды, гудрон, состав, структура, механоактивация

THE EFFECT OF MECHANOTREATMENT TEMPERATURE ON CHEMICAL CONVERSIONS OF HIGH-MOLECULAR COMPONENTS IN TAR

Surkov V.G., Pevneva G.S., Golovko A.G.

Institute of Petroleum Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, e-mail: sur@ipc.tsc.ru

The temperature effect of mechanoactivated treatment (MT) on the conversion of high-molecular compounds – resins and asphaltenes in tar has been studied. MTs of the isolated from tar resins and asphaltenes were carried out on an AGO-2M unit in argon at 80, 140 and 180 °C during 30 minutes. It was found that at MT temperatures higher than 140 °C partial destruction of asphaltenes and resins occurred to yield hydrogen and gas hydrocarbons. The rise of the MT temperature (80–180 °C) increases the content of oils in the MT products (yield of oils from MT asphaltenes at 180 °C was 11.4 % wt. and from resins – 10.5 % wt.). For the first time, the redistribution of molecular structures with an increase in the MT temperature of asphaltenes was shown to increase molecular weight, molecule blockiness and decrease the number of saturated cyclic and aliphatic structures in the asphaltenes obtained. The effect of the MT temperature has less effect on the conversion of resins, the higher-molecular components of the resins pass into asphaltenes with a slight change in the molecular structures of the resins.

Keywords: resins, asphaltenes, hydrocarbons, tar, composition, structure, mechanoactivation

В последние годы в мире разрабатываются новые подходы к переработке тяжелого нефтяного сырья, основанные на комбинировании классических технологий, таких как коксование, висбрекинг, гидроочистка, гидрокрекинг. Проблемы, возникающие при переработке тяжелого нефтяного сырья (тяжелых нефтей и нефтяных остатков, природных битумов), связаны с высоким содержанием в них высокомолекулярных гетероатомных соединений – смол, асфальтенов – и, соответственно, с невозможностью использования каталитических процессов. Для увеличения глубины переработки такого сырья предлагаются различные подходы с использованием термических процессов с целью получения более легкой «синтетической» нефти с уменьшенным содержанием смол и асфальтенов [1–2]. В настоящее время широко изучаются реакционная стабильность и активность смолисто-асфальтеновых веществ в процессах переработки, закономерности термических превращений нефтяных смол и асфальтенов, зависимость глубины деструкции смол и асфальтенов от структурной организации их молекул, продолжительности и температуры термического и химического воздействия [3–6].

В работе [7] показано, что при механообработке (МО) смол и асфальтенов гудрона одновременно протекают процессы деструкции и конденсации, которые усиливаются при МО в присутствии твердой фазы. В процессе МО смол и асфальтенов образуются углеводороды (масла), а структура средних молекул остаточных смол и асфальтенов претерпевает изменения: уменьшается блочность молекул, количество нафтеновых циклических и алифатических структур. МО смол и асфальтенов в работе [7] проводили, охлаждая АГО-2М проточной водой, тем самым поддерживая

температуру реакторов на уровне 15 ± 5 °С. Увеличение температуры, при которой проводится МО, очевидно, будет способствовать более интенсивной деструкции смол и асфальтенов гудрона.

Целью исследования является изучение влияния температуры механообработки на закономерности деструкции смол и асфальтенов гудрона.

Материалы и методы исследования

Смолы и асфальтены выделены из гудрона по методике, описанной в работе [8].

Механообработку смол и асфальтенов гудрона проводили на установке АГО-2М в среде аргона при температурах 80, 140 и 180 °С в течение 30 минут при скорости вращения реакторов 2220 об/мин. Для поддержания заданной температуры реакторов и АГО-2М использовался термостат марки МО-1, в качестве теплоносителя использовалось силоксановое масло марки МС – 100.

Материальный баланс процесса МО оценивали по выходу газообразных, жидких (растворимых в хлороформе) и твердых (нерастворимых в хлороформе) продуктов. Вещественный состав (содержание смол, асфальтенов, масел) жидких продуктов МО смол и асфальтенов определяли методами, основанными на использовании н-гексана в качестве растворителя на стадиях осаждения асфальтенов и последовательного разделения на оксиде алюминия масел (концентрата углеводородов) смесью н-гексан – бензол (3:1), смолистых веществ смесью этанол – бензол (1:1) [8].

Структурно-групповой анализ смол и асфальтенов проводили по методике, основанной на совместном использовании данных об элементном составе, средних молекулярных массах и данных спектрометрии ПМР [9]. Элементный состав определяли на CHNS-анализаторе Vario EL Cube. Спектры ПМР регистрировали с помощью Фурье-спектрометра AVANCE-AV-300 (растворитель – дейтерохлороформ, внутренний стандарт – гексаметилдисилоксан). Молекулярные массы измеряли криоскопическим методом в нафталине на приборе «Крион».

Результаты исследования и их обсуждение

По данным материального баланса процесса МО асфальтенов и смол в среде аргона при различных температурах видно, что деструкции молекул смол и асфальтенов при температуре МО 80 °С не происходит (табл. 1). Количество нерастворимого в хлороформе остатка увеличивается с увеличением температуры МО и достигает 0,8 % для асфальтенов и 2,4 % мас. для смол при температуре 180 °С. Это очевидно связано с тем, что при повышенных температурах происходит образование нерастворимых в хлороформе карбенов и/или карбоидов, которые сорбируются на поверхности мелющих шаров и стенок реактора.

В процессе МО как асфальтенов, так и смол при температуре 80 °С газообразные продукты не образуются. При повышении температуры МО до 140 и 180 °С происходит газообразование, что является свидетельством деструкции этих компонентов (табл. 1). Качественно состав углеводородных газов, образующихся при МО смол и асфальтенов, практически одинаков, однако если углеводороды C_3H_8 и C_3H_6 при МО смол присутствуют в следовых количествах, то при МО асфальтенов их содержание составляет 0,02–0,05 % мол. (рисунок).

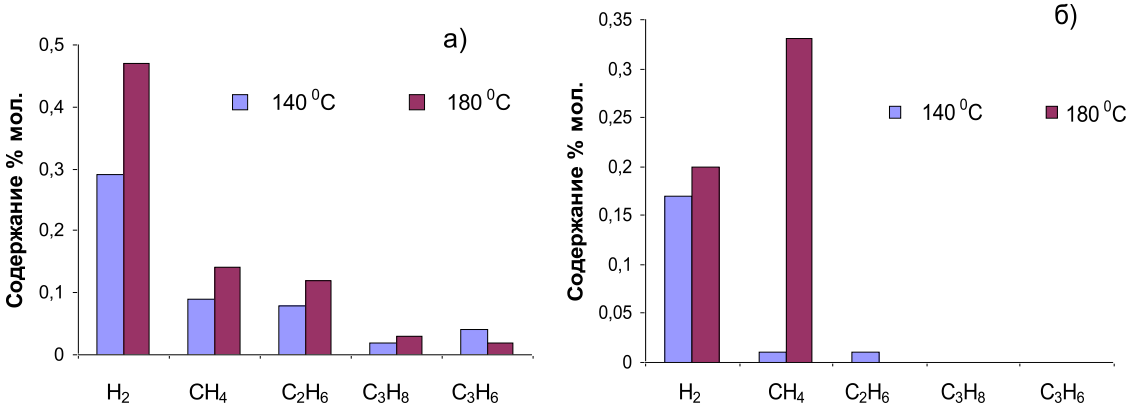
Данные по вещественному составу продуктов МО асфальтенов и смол при различных температурах приведены в табл. 2 и свидетельствуют о том, что с увеличением температуры МО в интервале 80–180 °С доля неразрушившихся асфальтенов и смол снижается (асфальтенов на 29,7, смол на 17,7 %). С увеличением температуры МО асфальтенов до 180 °С содержание образовавшихся смол увеличивается до 21,0 % мас., а масел – до 11,4 % мас. Увеличение температуры МО смол от 80 до 180 °С приводит к увеличению содержания образовавшихся асфальтенов и масел в 1,4 и 4,4 раза соответственно.

Для оценки изменения структурных характеристик асфальтенов и смол в зависимости от температуры МО проведен их структурно-групповой анализ.

Таблица 1

Материальный баланс процесса МО смол и асфальтенов в среде аргона

Продукты	Содержание, % мас., в продуктах МО					
	асфальтенов			смол		
	Температура обработки, °С					
	80	140	180	80	140	180
Растворимые в хлороформе компоненты	99,9	99,8	99,2	99,8	98,1	97,6
Нерастворимые в хлороформе компоненты	0	0,2	0,8	0	1,9	2,4
Газообразные	0	<0,005	<0,005	0	<0,005	<0,005



Состав газообразных продуктов МО при температурах 140 и 180 °С: а) асфальтенов и б) смол

Таблица 2

Вещественный состав продуктов МО смол и асфальтенов

Продукты	Содержание, % мас., в продуктах МО					
	асфальтенов			смол		
	Температура обработки, °С					
	80	140	180	80	140	180
Асфальтены	96,1	79,9	67,6	12,6	10,2	18,1
Смолы	2,6	8,5	21,0	85,5	80,5	70,4
Масла	1,3	11,5	11,4	2,4	9,2	10,5

Структурно-групповые характеристики смол и асфальтенов продуктов МО асфальтенов

Исходные асфальтены гудрона имеют молекулярную массу (ММ) 1283 а.е.м. С увеличением температуры МО молекулы остаточных асфальтенов укрупняются – увеличивается их молекулярная масса и возрастает количество структурных блоков (табл. 3). Содержание ароматического углерода (С*а) в среднем структурном блоке исходных асфальтенов составляет 13,8 %, и оно практически не изменяется в остаточных асфальтенах после МО при 80 и 140 °С, но МО при 180 °С приводит к повышению степени их ароматичности. Количество нафтеновых атомов углерода (С*н) среднего структурного блока асфальтенов, образовавшихся при МО при 80 °С, выше, чем в исходных, однако дальнейшее повышение температуры МО приводит к уменьшению содержания С*н.

Алкильное обрамление молекул остаточных асфальтенов (С*п), образовавшихся после МО, резко возрастает по сравнению с исходными асфальтенами, но при $T_{ма}$ = 180 °С количество алифатических атомов углерода снижается. Число ароматических циклов (Ка*) как в исходных, так и МО при всех температурах асфальтенах практически одинаково. Количество нафтеновых циклов (Кн*) в молекулах механоактивированных асфальтенов ниже, чем в исходных, но с повышением температуры оно увеличивается.

Молекулярная масса смол, образованных из асфальтенов, снижается при повышении температуры МО, так же как снижается и число структурных блоков, формирующих средние молекулы смол (табл. 3). Содержание ароматического углерода в смолах, выделенных из продуктов МО асфальтенов при 80 и 140 °С практически одинаково, но снижается при температуре МО 180 °С. При повышении температуры МО наиболее существенно меняется содержание нафтеновых атомов углерода (С*н) и алифатического углерода (С*п), а также число нафтеновых циклов (К*н). Число ароматических циклов (Ка*) в молекулах смол при различных температурах практически не меняется.

Структурно-групповые характеристики смол и асфальтенов продуктов МО смол

Смолы гудрона имеют ММ 669 а.е.м. Повышение температуры МО смол приводит к укрупнению средних молекул остаточных смол – увеличивается их молекулярная масса и число структурных блоков (табл. 4). Содержание ароматического угле-

рода и количество ароматических циклов в остаточных смолах после МО выше, чем в исходных, и практически не изменяется с увеличением температуры МО. В средних молекулах исходных смол количество нафтеновых атомов углерода (С*н) составляет 18,6 %. Влияние температуры на изменение содержания С*н остаточных смол не имеет линейной зависимости – при $T_{ма}$ = 80 °С оно снижается, а при дальнейшем повышении температуры МО увеличивается.

Содержание алифатического углерода в исходных смолах С*п составляет 2,1 %, а в остаточных смолах после МО при $T_{ма}$ = 80 °С увеличивается до С*п = 8,6, но в смолах механообработанных при $T_{ма}$ = 140 и 180 °С возвращается на уровень исходных смол и практически остается постоянным (табл. 4). Число нафтеновых циклов в молекулах исходных смол Кнас* = 4,5, которое снижается в смолах механоактивированных при $T_{ма}$ = 80 °С и затем увеличивается при повышении температуры МО.

Молекулярная масса асфальтенов, образовавшихся при МО смол, число структурных блоков, содержание ароматического углерода (С*а) в их молекулах увеличивается при повышении температуры (табл. 4). Количество атомов углерода в нафтеновых циклах (С*н) асфальтенов, образовавшихся при $T_{ма}$ = 140 °С, выше, чем в асфальтенах, полученных при $T_{ма}$ = 80 °С. При увеличении $T_{ма}$ до 180 °С оно резко снижается. Содержание алифатического углерода (С*п) асфальтенов, полученных при МО смол, при 80 и 140 °С практически одинаково, но при повышении температуры до 180 °С алкильное обрамление возрастает до 14,6 %, возможно, за счет разрушения циклических структур (Кнас* = 0,1). Число ароматических колец в асфальтенах, образованных из смол МО при различных температурах, практически постоянно, тогда как повышение температуры неоднозначно влияет на количество нафтеновых циклов (Кнас*) асфальтенов.

Таблица 3

Структурно-групповые характеристики смол и асфальтенов продуктов МО асфальтенов

Параметры средних структурных блоков	Асфальтены				Смолы из продуктов МО асфальтенов		
	Исходные	Остаточные					
Температура МО, °С		80	140	180	80	140	180
Молекулярная масса, а.е.м.	1283	1340	1620	1861	720	685	511
ma	2,96	3,06	2,94	4,18	1,69	1,79	1,53
С*а	13,8	14,2	13,0	15,2	9,2	9,7	8,5
С*н	15,2	18,1	8,5	13,2	18,1	4,1	1,6
С*п	1,3	10,6	15,1	0,8	1,2	9,8	10,2
Ка*	3,4	3,7	3,6	3,8	2,2	2,5	2,1
Кн*	4,5	0,5	2,1	3,8	6,4	1,0	0,4

Примечание. ma – число структурных блоков в молекуле, С*а – количество ароматических атомов углерода в среднем структурном блоке, С*н – количество нафтеновых атомов углерода, С*п – количество алифатических атомов углерода; Ка* – количество ароматических циклов, Кн* – нафтеновых циклов.

Таблица 4

Параметры структурно-группового анализа смол и асфальтенов продуктов МО смол

Параметры средних структурных блоков	Смолы				Асфальтены из продуктов МО смол		
	Исходные	Остаточные					
Температура МО, °С		80	140	180	80	140	180
Молекулярная масса, а.е.м.	669	781	820	830	810	1250	1325
ma	1,54	1,75	1,74	1,78	2,27	2,84	3,0
С*а	8,6	9,8	9,3	9,5	12,1	13,3	13,2
С*н	18,6	11,2	20,2	19,1	5,2	10,9	0,4
С*п	2,1	8,6	2,0	2,2	5,4	5,1	14,6
Ка*	2,1	2,4	2,3	2,4	3,0	3,4	3,4
Кнас*)	4,5	2,8	5,4	4,6	1,3	2,7	0,1

Заключение

В результате проведенного исследования было изучено влияние температуры механоактивационной обработки (МО) на превращения высокомолекулярных соединений – смол и асфальтенов гудрона. Определен материальный баланс, вещественный состав жидких продуктов МО, а также проведен сопоставительный анализ изменений усредненных структурных параметров молекул остаточных и новообразованных смол и асфальтенов после механической обработки.

Данные материального баланса показали, что при температурах МО выше 140 °С происходит частичная деструкции асфальтенов и смол с образованием газообразных продуктов: водорода и углеводородов C_1-C_5.

Анализ вещественного состава жидких продуктов МО свидетельствует о том, что с ростом температуры МО (80–180 °С) увеличивается степень деструкция асфальтенов и смол, приводящая к образованию 11,5 и 10,5 % мас. углеводородов (масел) соответственно.

Структурно-групповой анализ показал, что при увеличении температуры МО асфальтенов структурные изменения молекул остаточных асфальтенов происходят за счет реакций конденсации, приводящих к увеличению их молекулярной массы, блочности молекул. Реакции деалкилирования интенсивно протекают при $T_{ма}$ = 180 °С, что сказывается на снижении количества алифатических структур в остаточных асфальтенах. Изменение температуры МО асфальтенов существенным образом сказалось на изменении таких структурных характеристик смол, образовавшихся при МО асфальтенов, как содержание нафтеновых атомов углерода (С*н) и алифатического углерода (С*п), а также число нафтеновых циклов (К*н).

Повышение температуры МО смол приводит к укрупнению средних молекул остаточных смол, хотя изменения их структурных параметров незначительны по сравнению с исходными смолами. Асфальтены, образовавшиеся при МО смол, являются достаточно крупными молекулами. Прямой зависимости изменений их структурных характеристик от температуры не выявлено.

Список литературы

1. Хаджиев С.Н. Будущее глубокой переработки нефти: сделано в России/ С.Н. Хаджиев, Х. Кадиев // The Chemical Journal. – 2009. – Сентябрь. – С. 34–37.

2. Pevneva G.S., Golovko A.K., Korneev D.S., Levashova A.I. Thermal conversion of heavy oil systems and analysis of structural changes their high components of PMR-method // Procedia Chemistry. – 2014 – V. 10. – P. 15–19.

3. Chiaberge S., Guglielmetti G., Montanari L., Salvalaggio M., Santolini L., Spera S., Cesti P. Investigation of Asphaltene Chemical Structural Modification Induced by Thermal Treatments // Energy & Fuels. – 2009. – vol. 23, no 9. – P. 4486–4495.

4. Каюкова Г.П. Гидротермальные превращения асфальтенов / Г.П. Каюкова, А.М. Киямова, Г.В. Романов // Нефтехимия. – 2012. – Т. 52, № 1. – С.7–17.

5. Антипенко В.Р. Сравнительная характеристика состава продуктов флэш-пиролиза фракций смол и асфальтенов усинской нефти / В.Р. Антипенко, А.А. Гринько, В.Н. Меленевский // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319, № 3. – С. 129–133.

6. Певнева Г.С. Взаимное влияние смол и углеводородов на направленность их термических превращений / Г.С. Певнева, Н.Г. Воронецкая, Д.С. Корнеев, А.К. Головко // Нефтехимия – 2017. – Т. 57, № 4. – С. 479–486.

7. Сурков В.Г. Структурные и химические превращения асфальтенов и смол гудрона в условиях механического воздействия / В.Г. Сурков, Г.С. Певнева, А.К. Головко // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2015. – № 12. – С. 6–10.

8. Богомолов А.И., Темянко М.Б. Хотынцева Л.И. Современные методы исследования нефтей. – Л.: Недра, 1984. – 432 с.

9. Камьянов В.Ф. Структурно-групповой анализ компонентов нефти / В.Ф. Камьянов, Г.Ф. Большаков // Нефтехимия. – 1984. – Т. 24, № 4. – С. 443–449.

УДК 614.2:613.84:616-053.6

НИКОТИНОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ И ФАКТОРЫ, МОТИВИРУЮЩИЕ И ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ЕЕ

Ануварбекова А.А., Уланбекова Т.У.

Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек, e-mail: ainashka77@mail.ru

Никотиновая зависимость была и остается одной из самых важных проблем в современном мире, но общество принимает курение не как болезнь или социальную деградацию, а как вредную привычку. В данной работе представлены результаты изучения мотивирующих факторов и причин, способствующих поддержанию курения табака в молодежной среде. Формирование никотиновой зависимости подкрепляется такими факторами, как покурить: «за компанию» (33,3 % респондентов), «ради интереса» (23,5 %), «для изменения имиджа» (7,8 %), «от стресса» (19,6 %) и иные причины (15,7 %). Способствуют прогрессированию вредной привычки «влияние семейной среды» (86,3 % курящих) и «рекламы» (42 %). Для эффективного решения борьбы с курением необходимо учитывать неодинаковую степень влияния мотивирующих факторов на никотиновую зависимость и тесную взаимосвязь указанных проблем.

Ключевые слова: никотиновая зависимость, никотин, табакокурение, мотивирующие факторы

NICOTINE ADDICTION AND ITS MOTIVATING AND SUPPORTING FACTORS

Anuvarbekova A.A., Ulanbekova T.U.

Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, e-mail: ainashka77@mail.ru

Nicotine addiction has been and remains one of the most important problems in the modern world. But society accepts smoking, not as an illness or social degradation, but as a bad habit. In this work, motivating factors and reasons that support the maintenance of tobacco smoking among youth have been proposed. The formation of nicotine addiction is supported by such factors as smoking for a company (33.3 % of respondents), «for the sake of interest» (23.5 %), changing the image (7.8 %), «because of stress» (19.6 %) and other reasons (15.7 %). According to the results of the questionnaires, the influence of the family environment (86.3 %) and commercial (42 %), contribute to the progression of the bad habit. In order to find an effective way to fight against smoking it is necessary to keep into consideration unequal level of influences of motivating factors on nicotine addiction and close interconnection of these problems.

Keywords: nicotine addiction, nicotine, tobacco smoking, motivating factors

По данным ВОЗ в мире насчитывается свыше 1,3 млрд курильщиков. Ежегодно от табакокурения умирают около 7 млн человек, а по прогнозам ВОЗ, к 2020 году будут умирать 8,4 млн жителей нашей планеты [1]. В Кыргызстане в возрастной категории 30 лет ежегодная смертность в результате табакокурения составляет 14 %, а в популяции 35–69 лет – 28 % [2].

Потребление никотина осуществляется посредством использования табакосодержащих продуктов, к которым относится табак. Табак – травянистое растение семейства пасленовых. Он выращивается во многих странах, что говорит о значительной его распространенности по всему миру. Табачный дым – сложная газообразная смесь, содержащая более 8889 химических веществ, из которых основными действующими веществами являются: никотин, эфирные масла, CO, синильная кислота, аммиак, деготь, мышьяк, сероводород, формальдегидные кислоты и др. [3].

У табака самый высокий аддитивный потенциал среди всех известных веществ. Для эпизодически употребляющих никотин вероятность формирования зависимости в течение года составляет более 30 %, это выше чем у героина, кокаина, алкоголя [4]. Специалистов всегда интересовал вопрос о возможных триггерных механизмах возникновения зависимости к никотину. По всей вероятности, причиной столь высокого аддитивного потенциала является способность никотина провоцировать выброс различных медиаторов посредством влияния его на пресинаптические н-холинорецепторы. Воздействуя на эти рецепторы, никотин провоцирует выброс таких нейромедиаторов, как дофамин, глутамат (главный возбуждающий нейромедиатор мозга), в меньшей степени – серотонин и норадреналин. Посредством выброса вышеуказанных медиаторов, никотин оказывает действие на когнитивные процессы и мышление, концентрацию и внимание, стабилизирует эмоциональный фон, повышает устойчивость к стрессовым факторам, оказывает противотревожное действие, ускоряет реакцию, улучшает избирательную аудиальную и визуальную чувствительность [5]. Вышеизложенное подтверждает факт высокого потенциала психологической зависимости к табаку в результате воздей-

ствия на ЦНС так называемых медиаторов «счастья». В результате чего в настоящее время множество препаратов этого класса находятся в разработке. Маркетологи фармкомпаний называют их «ацетилхолиновые модуляторы», с целью избежать нехороших коннотаций с табаком, но на деле это – производные старых «добрых» алкалоидов никотинового ряда. Исследователи предполагают, что они могут быть полезны в лечении синдрома гиперактивности и дефицита внимания у подростков и взрослых, лечении болезни Альцгеймера, паркинсонизме, некоторых формах эпилепсии, неспецифическом язвенном колите, при депрессивных и тревожных расстройствах [6].

В век модернизации общества реклама имеет огромное влияние на усугубление данной проблемы 21 века. Люди ежедневно сталкиваются с рекламой табакокурения в СМИ, фильмах, различных телевизионных передачах. Маркетологи табака в целях достижения своей личной выгоды представляют в нужном свете возможность курения посредством влияния на сознание и подсознание человека, при этом зомбируя молодежь. А социальными факторами, провоцирующими курение, являются: влияние родственников, сверстников, стрессовых ситуаций, желание изменить имидж.

Следующим немаловажным фактором физической никотиновой зависимости является страх абстинентного синдрома, проявляющийся беспокойством, раздражительностью, эмоциональной лабильностью и аффективной неустойчивостью, тревожностью, напряженностью, навязчивыми мыслями и желаниями, компульсивным и неконтролируемым влечением к никотину, как следствие, – поведением, направленным на приобретение вещества [7].

Таким образом, причины, вызывающие никотиновую зависимость, весьма многообразны. Вместе с этим в обществе наблюдается и активная пропаганда негативного влияния и вреда табака на здоровье человека. Тем не менее никотиновая зависимость продолжает являться одной из самых актуальных проблем в мире и в нашей стране в частности. В связи с этим основной целью данной работы является выявление влияния и причин распространения никотиновой зависимости среди молодежи. С этой целью в рамках данного исследования был проведен социологический опрос и анализ полученных результатов.

Материалы и методы исследования

Социологический опрос, проведенный среди студенческой молодежи, был направлен на выявление наиболее распространённых причин, вызывающих никотиновую зависимость, а также факторов, способствующих продолжению курения.

Данный опрос был проведен среди студентов 2–6 курсов Кыргызской государственной медицинской академии (КГМА) им. И.К. Ахунбаева методом анонимного анкетирования. Анкета состояла из 22 вопросов открытого и закрытого типов, включающих следующие основные блоки: причины и мотивирующие факторы курения, влияние социальной среды, информированность о вреде курения и т.д.

Объем выборочной совокупности составил 352 респондента из генеральной совокупности 4167 при 95% доверительной вероятности и 5% погрешности. Полученные данные были сведены в электронную базу данных. Анализ полученных результатов производился с помощью редактора электронных таблиц MS Excel. Обработка проводилась методами статистического анализа в пакете прикладных программ SPSS 16.

Результаты исследования и их обсуждение

Среди респондентов юноши составляли 36%, девушки – 64%. Больший процент девушек среди респондентов связан с тем, что в КГМА большую часть учащихся студентов составляют представители женского пола. Средний возраст опрашиваемых составлял 20 ± 1,2 года.

Большинство опрошенных были некурящие – 86%, процент курящих составил – 14%, из них 15,7% – девушек и 84,3% – юношей. Выявлен относительно небольшой процент курящих, 51 человек из 352 респондентов. Возможно, это связано с тем, что основную часть опрошенных составляли девушки. В Центральной Азии, по причинам традиционных ценностей и восточного менталитета, курение среди лиц женского пола не распространено, более того, преследуется негативным отношением со стороны представителей старшего поколения.

Установлено, что первое место среди причин возникновения никотиновой зависимости занимает влияние семейной среды. Лишь 13,7% респондентов отрицательно ответили на вопрос о курении других членов семьи, в то время как у 86,3% курящих респондентов в семье курили ранее или курят по сей день. Это служит доказательством того, что семья играет одну из главенствующих ролей среди причин начала курения. По всей вероятности, курящий член семьи подсознательно воспринимаемый молодым человеком как «образец» для подражания, неосознанно снабжает свою семью идеей курения, а постоянное наличие дома сигарет с аксессуарами для курения или же сам процесс курения может вызвать желание и интерес, которые срабатывают своеобразным «каскадным» механизмом, приводя в итоге к развитию привыкания к никотину.

Второе место в рейтинге самых частых причин табакокурения занимает влияние сверстников, так как 1/3 респондентов (33,3%) ответили, что курят за компанию. Этот факт дает возможность предположить, что студент, в связи с незрелостью психики, стремлением к самоутверждению, неспособностью противостоять отрицательному влиянию «лидеров» компании, а также следуя групповым «нормам» поведения среди сверстников, в итоге начинает курить. Таким образом, курение «за компанию» занимает весомую нишу в этиологии табакокурения и имеет основополагающую значимость в этой проблеме.

Мотивирующий фактор – «курение ради интереса» получил третье место (23,5% респондентов) среди перечисленных «виновников» курения. К сожалению, на сегодняшний день существует много мотивирующих факторов, способствующих курению: появление «новомодных» табачных изделий, реклама, изменение имиджа и т.д., которые способствуют курению ради интереса. Насколько реклама оказывает влияние на формирование никотиновой зависимости, можно судить по результатам нашего социологического исследования, где 42% респондентов согласились с тем, что реклама способствует курению, а 40,6% опрошенных не исключают влияния агрессивного маркетинга табакосодержащих изделий и только 17,3% категорически не признали влияние рекламы табака на этиологию табакокурения.

7,8% респондентов отметили, что начали курить ради изменения имиджа. Многим молодым людям кажется, что курение приобщает их к западному образу жизни.

Существенную роль в пусковых механизмах табакокурения играют «сложные жизненные обстоятельства» (19,6% респондентов). Известно, что курение широко распространено среди молодых людей социально и экономически необеспеченных, которые используют курение в качестве инструмента защиты от психологического влияния различных неблагоприятных факторов.

Дополняя вышеперечисленные доказательства как основных пусковых механизмов: «курение за компанию», «влияние семейной среды» и «курение ради интереса», имелись также вопросы, касающиеся влияния стрессовых ситуаций. На вопрос: «Насколько часто стресс заставляет Вас прибегать к сигарете?» – 60,8% курильщиков ответили, что часто, а 27,5% – редко и 11,8% – никогда не прибегают к сигарете. В нашем случае основным стресс-фактором для респондентов является сессия, во время которой студенты подвергаются психологическому и физическому перенапряжению. 72,5% курящих респондентов отметили, что во время сессии усиливается тяга к курению.

Таким образом, сессия является провоцирующим фактором прогрессирования курения. В результате увеличения концентрации никотина в организме мозг курильщика подвергается состоянию постоянной гипоксии, вследствие чего могут развиться когнитивные нарушения.

В анкету был включен вопрос о возможном негативном влиянии курения на учебный процесс. Анализ ответов на этот вопрос показал, что 51,7% от общего количества респондентов не исключают наличие эффекта курения на процесс обучения, при этом 58,5% полагают, что курение оказывает негативное влияние на память.

Для борьбы с курением на пачках сигарет напечатаны устрашающие картинки тех заболеваний, к которым приводит курение, из чего простому обывателю становится ясно, как вредны сигареты для человека. А насколько осведомлены о степени опасности курения будущие врачи, стало известно благодаря результатам ответов респондентов, где 53,7% опрошенных ответили, что степень опасности очень высокая, 44% считают, что имеется степень опасности, но не столь высокая, и лишь 2,3% предполагают, что курение совершенно безопасно для здоровья. При этом на вопрос «Снизилось бы табакокурение при должном информировании населения о вреде табака?» 37,3% респондентов ответили, что информированность о вреде никоим образом не сможет повлиять на численность курящих.

Согласно полученным данным, 88,4% респондентов полагают, что у курения совершенно нет положительных сторон, а 11,6% респондентов считают, что табак оказывает и некоторые положительные эффекты, среди которых респонденты указали расслабление, улучшение памяти и т.д.

В ходе исследования было выявлено, что корнем проблемы табакокурения является не одна причина, а несколько. Из 51 опрошенных курящих 42 респондента отметили, что наиболее частыми причинами, из-за которых они не могут отказаться от курения являются привычка (14,3%), зависимость (38,1%), стресс (11,9%) и доступность сигарет (2,4%) (рис. 2). Более 40% не хотят или не могут бросить курить из-за никотиновой зависимости. Формирование никотиновой зависимости подкрепляется такими факторами, как покурить «за компанию», «ради интереса» и «от стресса». Влияние семейной среды и рекламы, по результатам анкетирования, способствует прогрессированию вредной привычки. Та-

ким образом, наблюдается прямая взаимосвязь между причинами, вызвавшими курение, и последующими поддерживающими факторами курения. Создается порочный круг, в результате чего курильщик крепко застревает в сетях этой неразрывной цепочки. По всей вероятности, ни одна из этих причин не существует самостоятельно, поэтому очень важно проявить комплексный подход в борьбе с курением.

Заключение

Табакокурение – это сложная социальная проблема, сохраняющая актуальность в современном мире, в особенности в молодежной среде. Данная проблема подтвердилась по итогам полученных результатов исследования, где основной причиной табакокурения выступает влияние окружающей среды: семьи, сверстников и общественных процессов.

Рис. 1. Причины табакокурения в молодежной среде

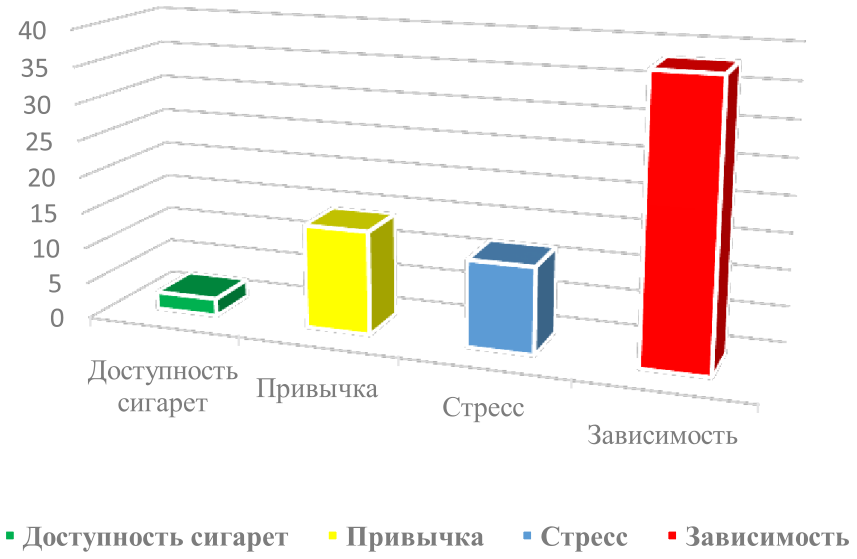


Рис. 2. Мотивирующие факторы, способствующие прогрессированию курения у студентов

На основе проведенного исследования вырисовывается образ курильщика среди студенческой молодежи, для которого характерны:

- семья, в которой хотя бы один член семьи курильщик;
- наличие багажа знаний обо всех возможных последствиях влияния табака на организм человека;
- возникновение негативных последствий табака в виде нарушения памяти и т.д., но недостаточных для того, чтобы бросить курить;
- осознание никотиновой зависимости.

С учетом специфики студенческого возраста нами выявлены основные причины табакокурения в этом периоде:

- влияние окружающей среды сверстников на студента;
- проблемные аспекты в отношениях со взрослыми;
- психологические воздействия от социальных процессов;
- формирование имиджа взрослого и самостоятельного человека;
- для студентов характерна личностная нестабильность, высокая чувствительность к воздействию стресса.

В итоге можно сделать вывод, что несмотря на активную пропаганду негативного влияния и вреда курения в обществе никотиновая зависимость продолжает свое негативное влияние и продолжает распространяться среди молодежи. К сожалению, наличие знаний о вреде никотина не останавливает распространение никотиновой зависимости, которое выявлено на примере опроса студентов медицинской академии.

Список литературы

1. World Health Organization note [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http: //www.who.int/ mediacentre/ factsheets/ fs339 /ru / (дата обращения: 05.12.2017).

2. Бримкулов Н.Н., Буржубаева А.К. Масштабы и последствия табакокурения в Кыргызской республике // Отчет Национального института стратегических исследований Кыргызской республики. – 2014. – С. 5. URL: http:// nisi.kg/ component/attachments/download/98.html.

3. Thomas A. Perfetti, Alan Rodgman. The complexity of Tobacco and Tobacco smoke // Contributions to international Tobacco Research. – May 2011. – Vol. 24, № 5. – P. 215–225.

4. Jack E. Henningfield, Caroline Cohen, John D. Slade. Is nicotine more addictive than cocaine? // British journal of addiction. – 1991. – Vol. 86. – P. 565–569.

5. Hughes J.R. Tobacco Withdrawal in Self-Quitter // Journal of Consulting and Clinical Psychology. – 1992. – P. 689–697.

6. Зинков Л.Р., Шатенштейн А.А. Эпилепсия и никотин: клинические наблюдения // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2011. – № 3. – С. 18.

7. Neal L. Benowitz, Pharmacology of nicotine: Addiction, smoking-induced disease, and Therapeutics [Электронный ресурс]. – URL: http://pubmed.com (дата обращения: 01.12.2017).

УДК 616.72-001.6/.717.2-08

КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ФИКСАЦИИ КОСТНЫХ ОТЛОМКОВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ У СОБАК

Батпенов Н.Д., Набиев Е.Н., Ишмаков Р.О., Тусупжанов М.М., Шапулатов А.А., Кусаинов М.С.

РГП «Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РК, Астана, e-mail: 6365ei@mail.ru

В статье приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных на 12 собаках с массой тела до 25 кг, разного пола, в возрасте до 5 лет, которые были разделены на опытную и контрольную группы (по 6 животных в каждой). У животных опытной группы для фиксации модели перелома использовали конструкцию, разработанную в клинике, у животных контрольной группы Т- либо L-образную пластину. В ходе эксперименте на основании морфологических исследований установлено улучшение репаративной регенерации костной ткани в зоне перелома у собак опытной группы, за счет использования для остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости устройства клиники, обеспечивающего минимальное давление пластины на кость и стабильную фиксацию отломков.

Ключевые слова: эксперименты на собаках, плечевая кость, переломы плечевой кости, остеосинтез, репаративный остеогенез

CLINICAL AND LABORATORY ASSESSMENT OF REACTIVE OSTEOGENESIS ACTIVITY IN VARIOUS METHODS OF BONE DISORDERS FIXATION OF PROXIMAL HUMERUS IN EXPERIMENT IN DOGS

Batpenov N.D., Nabiyev E.N., Ishmakov R.O., Tusupzhanov M.M., Shapulatov A.A., Kusainov M.S.

RSE «Scientific – Research Institute of Traumatology and Orthopedics» MH RK, Astana, e-mail: 6365ei@mail.ru

The article presents the results of experimental studies carried out for 12 animals with a body weight up to 25 kg, of different sex, at the age up to 5, which were divided into experimental and control groups (6 animals in each). A design developed in the clinic was used to fix the fracture model in the animals of the experimental group, T or L-shaped plate was used in control group's animals. In the course of the experiment, based on morphological studies, an improvement in reparative bone regeneration in the fracture zone in dogs of the experimental group was established, using clinic device for the osteosynthesis fractures of the proximal humerus, ensuring minimal plate pressure on the bone and stable fixation of the fragments.

Keywords: experiments on dogs, humerus, humeral fractures, osteosynthesis, reparative osteogenesis

Проблема лечения переломов проксимального отдела плечевой кости у лиц различных возрастных групп продолжает оставаться одной из сложных и нерешенных в современной травматологии [1–3]. Они составляют 4–5% от всех переломов костей опорно-двигательного аппарата человека [4, 3], а по некоторым данным – до 12% [5, 6].

Для лечения переломов предложено большое количество фиксаторов и способов лечения, но каждый из них не лишен недостатков. Следует отметить, что среди авторов до сих пор нет единого мнения относительно способов лечения при переломах данной локализации. Накостный остеосинтез известными пластинами сопряжен с развитием импинджмент-синдрома, асептического некроза головки плечевой кости, миграции винтов [7, 3]. Закрытый блокирующий интрамедуллярный остеосинтез (ЗБИОС) не обеспечивает стабильность костных отломков из-за короткого проксимального фрагмента, не исключает импинджмент-синдром, повреждения лучевого и подмышечного нервов винтами [8, 1]. Применение аппаратов внешней фиксации для остеосинтеза переломов ограничено в связи со сложностью репозиции, опасностью повреждения сосудисто-нервных образований, развития гнойно-воспалительных осложнений вокруг спиц аппарата [9]. Закрытая репозиция костных отломков с фиксацией спицами под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) рентгеновских лучей чревата вторичным смещеним фрагментов, миграцией спиц, повреждением сосудисто-нервных образований [10].

По данным различных авторов процент неудовлетворительных результатов при хирургическом вмешательстве достигает 1,6–57,1% [11, 12].

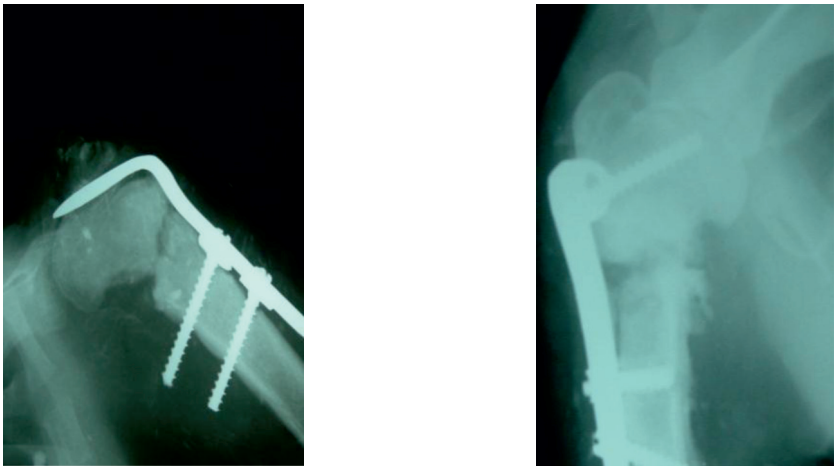
Поиск путей совершенствования эффективных методов фиксации переломов плечевой кости определяет необходимость проведения экспериментальных исследований с целью сравнительной оценки активности репаративного остеогенеза при применении различных методов фиксации костных отломков.

Цель исследования – клинико-лабораторная оценка процессов репарации переломов проксимального отдела плечевой кости у экспериментальных собак при использовании традиционного фиксатора и новой конструкции, фиксирующей костные отломки на экспериментальном материале.

Материалы и методы исследования

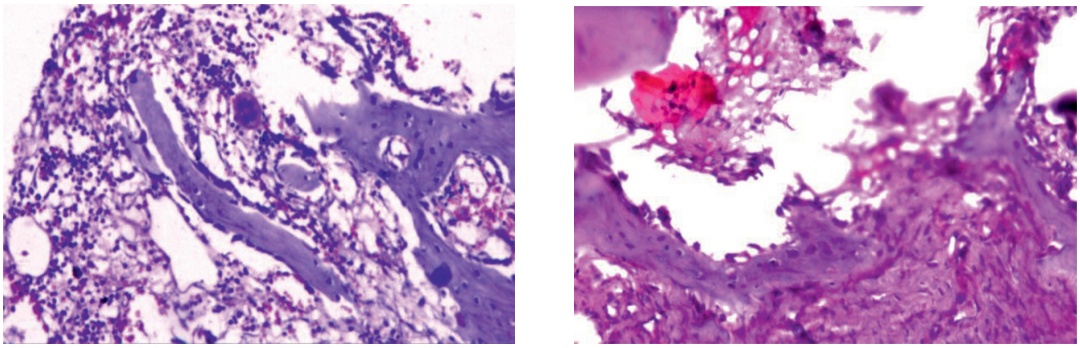
Эксперименты проводились в лаборатории РГП «Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РК, г. Астана на 12 собаках с массой тела до 25 кг, разного пола, в возрасте до 5 лет, которые были разделены на опытную и контрольную группы (по 6 животных в каждой). У животных опытной группы для фиксации модели перелома использовали конструкцию, разработанную в клинике (Инновационный патент РК на изобретение № 21913 от 15.12.2009 г. «Устройство для накостного остеосинтеза», бюл. № 12), у животных контрольной группы Т- либо L-образную пластину. По окончании экспериментов животных из эксперимента не выводили, эвтаназия не применялась.

Операцию проводили под внутримышечным наркозом (растворы кетамина и натрия оксибутирата в зависимости от массы животного). После бритья шерсти на верхних конечностях животных укладывали на операционный стол. Производили обработку операционного поля 4-кратным раствором иодопирона, затем передне-наружным доступом тупо и остро обнажали проксимальный отдел плечевой кости. После чего с помощью пилы Джигли пересекали плечевую кость в области хирургической шейки. Модель перелома фиксировали у собак опытной группы конструкцией клиники, контрольной L- или Т-образной пластиной.



а) *б)*

Рис. 1. Фоторентгенограммы плечевых костей животных через 10 дней перед удалением металлоконструкции: а) остеосинтез конструкцией клиники; б) остеосинтез L-образной пластиной



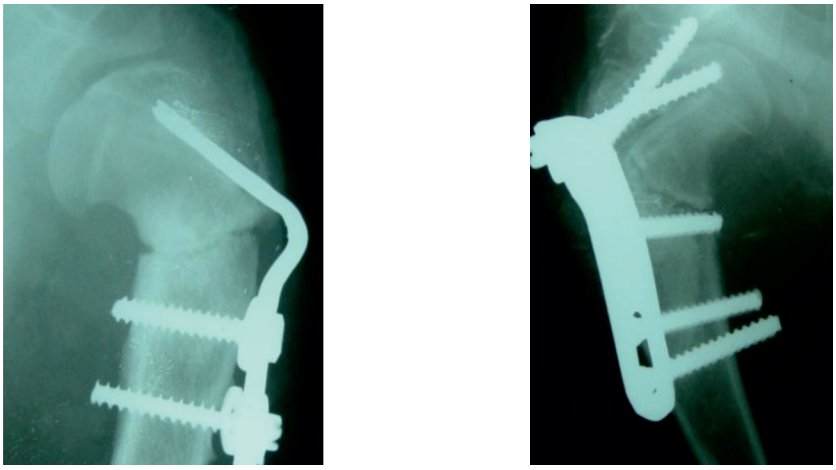
а) *б)*

Рис. 2. а) зона перелома кости у животных опытной группы, на 10 сутки опыта: среди волокон фибриллярная ткани и сети кровеносных сосудов определяются одиночные остеокласты, а на поверхности костных балок отмечается наличие остеобластов; б) зона перелома плечевой кости в контрольной группе животных, на 10 сутки опыта: участок отторжения надкостницы с кровоизлияниями, деструктивные изменения костных балок. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение х 160

Результаты исследования и их обсуждение

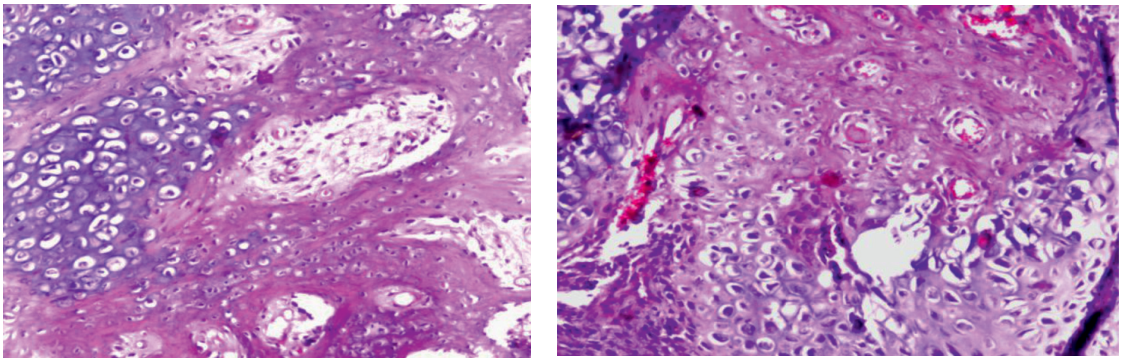
На 10 день после оперативного вмешательства первой группе животных проводили рентгенологическое исследование (рис. 1) и повторное оперативное вмешательство под в/м наркозом с соблюдением правил асептики – удаление металлоконструкции из плечевых костей, взятие костного фрагмента с подлежащей костной мозолью. После чего рана зашивалась наглухо с оставлением дренажей, с иммобилизацией верхних конечностей сроком на 2 недели.

Извлеченные во время операции фрагменты костных отломков с костной мозолью были направлены для гистологического исследования. Гистологические исследования выполнялись на кафедре патологической анатомии АО «Медицинский университет Астана» (зав. кафедрой – д.м.н., профессор К.Б. Манекенова). Фрагменты костной ткани размером до 2 см фиксировали в 10% растворе формалина, декальцинировали в 15% азотной кислоте и обезжиривали в проводке с использованием растворов этилового спирта возрастающей концентрации, спиртхлороформа и хлороформа с последующей заливкой в парафин по общепринятой методике. Из парафиновых блоков изготавливали гистологические срезы толщиной 10 мкм, которые окрашивались гематоксилином и эозином.



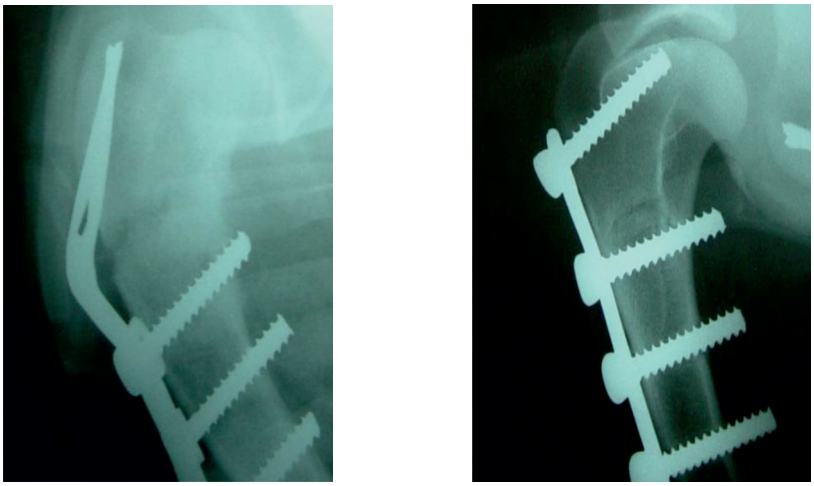
а) *б)*

Рис. 3. Фоторентгенограммы животных на 20 сутки после оперативного вмешательства: а – остеосинтез конструкцией клиники б – остеосинтез L-образной пластиной



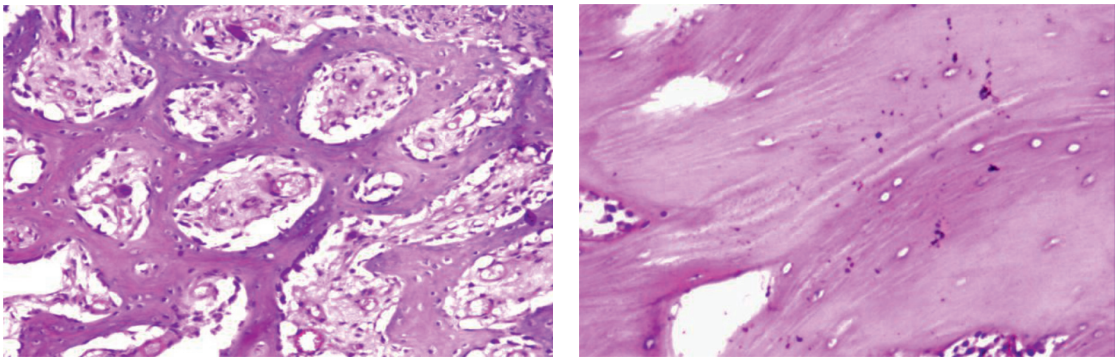
а) *б)*

Рис. 4. а) костная мозоль у животных опытной группы на 20 сутки после оперативного вмешательства: усиление продукции остеоида остеобластами, начало формирования незрелых костных балок; б) костная мозоль на контрольной стороне на 20 сутки после оперативного вмешательства: продукция остеоида не выражена, полнокровие сосудов с очаговыми кровоизлияниями и дистрофия клеток костной мозоли. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение х 160



а) б)

Рис. 5. Фоторентгенограммы плечевой кости на 30 сутки после оперативного вмешательства: а) остеосинтез конструкцией клиники; б) остеосинтез L-образной пластиной



а) б)

Рис. 6. а) сеть костных балок с хорошо выраженным остеоидом, увеличение х100; б) умеренная минерализация костных балок при отсутствии грубых линий склеивания, увеличение х200; а, б – окраска гематоксилином и эозином

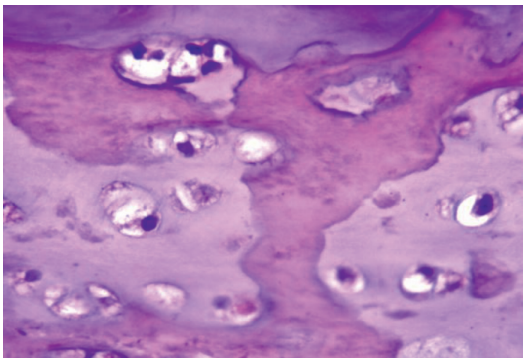
При гистологическом исследовании костной ткани у животных опытной группы на 10 сутки эксперимента обнаруживались признаки начальных фаз репарации костных отломков с образованием фибриллярной (ретикулярной) ткани, в которой определялись единичные остеокласты, а также сеть кровеносных сосудов капиллярного типа в периостальной части кости и рыхловолокнистая фиброзная ткань на поверхности кости. На поверхности костных балок определяются остеобласты (рис. 2, а).

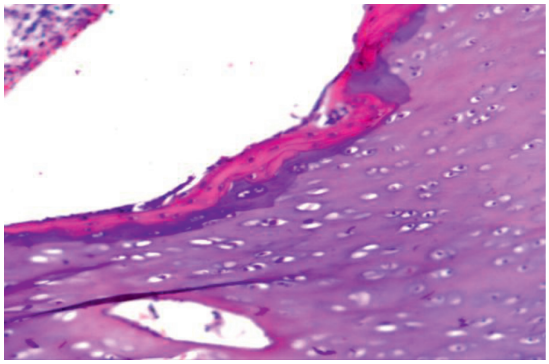
В плечевой кости животного контрольной группы также отмечалось формирование периостальной мозоли, однако на периостальной части обнаруживались косвенные признаки сдавления костной ткани, которые выражались в кровоизлияниях в надкостницу, явлениях очаговой деструкции костных балок и отторжения надкостницы (рис. 2, б).

На 20 сутки после проведения вмешательства следующая группа животных также подвергалась рентгенологическому исследованию и повторным операциям (рис. 3).

При гистологическом исследовании костной мозоли и окружающих тканей в опытной конечности выявлено, что костная мозоль имеет признаки дифференцировки в сторону остеобластической и остеообразующей ткани, содержит значительное количество сосудов в остеоиде (рис. 4, а).

В то же время при гистологическом исследовании препаратов контрольной стороны отмечали развитие признаков острого расстройства микрогемоциркуляции с выраженным полнокровием сосудов, диапедезными периваскулярными кровоизлияниями и неравномерной оксифилией и дистрофическим повреждением клеток формирующейся костной мозоли (рис. 4, б).





а) *б)*

Рис. 7. а) костная мозоль на 30 сутки наблюдений в контрольной конечности: участки усиленной минерализации и грубые линии «склеивания», увеличение х160; б) участок осификации надкостницы – увеличение х100. а, б – окраска гематоксилином и эозином

На 30 сутки остальные животные были взяты на рентгенологическое исследование (рис. 5) и операционый стол.

На 30 сутки экспериментальных наблюдений в опытной конечности отмечались гистологические признаки дифференцировки костных балок с хорошо выраженным остеоидом (рис. 6, а), умеренно выраженной минерализацией костной ткани при отсутствии грубых линий склеивания (рис. 6, б).

Структурные изменения в костной мозоли на 30 сутки опыта в сравниваемой конечности при применении традиционной конструкции характеризовались отсутствием сформированных костных балок и остеоида, развитием признаков нарушения остеогенеза, что проявлялось в неравномерной минерализации костной мозоли при наличии грубых линий «склеивания» (рис. 7, а). Кроме того, обращало внимание образование участков оссификации надкостницы (рис. 7, б).

На основании результатов рентгенологических и морфологических исследований в эксперименте установлено, что использование для остеосинтеза модели переломов проксимального отдела плечевой кости в эксперименте у собак устройства клиники обеспечивают стабильный остеосинтез, минимальное давление на костную ткань, что значительно улучшает трофику, кровоснабжение тканей в зоне перелома, тем самым создает более благоприятные условия для репаративной регенерации в сравнении с традиционными фиксаторами.

Таким образом, результаты, полученные при гистологическом исследовании, подтверждают наличие благоприятных условий для репаративной регенерации костной ткани и целесообразность остеосинтеза переломов проксимального отедела плечевой кости разработанным устройством по сравнению с традиционными фиксаторами.

Список литературы

1. Макарова С.И. Оперативное лечение трех- и четырехфрагментных переломов проксимального отдела плечевой кости / С.И. Макарова // Сборник тезисов IX съезда травматологов-ортопедов. – Саратов, 2010. – С. 187.

2. Минаев А.Н. Лечение переломов проксимального конца плечевой кости у пациентов пожилого и старческого возраста спице-стержневыми аппаратами оригинальной конструкции: дисс. ... канд. мед. наук. – Москва, 2010. – 159 с.

3. Лазарев А.А. Остеосинтез переломов проксимального отдела плечевой кости Y – образными напряженными спицами: дисс. … канд. мед. наук. – Москва. – 2015. – 105 с.

4. Маркин В.А. Оперативное лечение переломов проксимального метаэпифиза плечевой кости: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Москва, 2008. – 19 с.

5. Котельников Г.П. Интрамедуллярный остеосинтез с блокированием в лечении диафизарных переломов / Г.П. Котельников [и др.] // Лечение сочетанных травм и повреждений конечностей: тез.докл. Всеросссийской юбилейной научно-практической конференции, посвященной юбилею кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ РГМУ. – Москва, 2008. – С. 42.

6. Court-Brown C.M. Nonunions of the proximal humerus: their prevalence and functional outcome / C.M. Court-Brown, M.M. McQeen // J. Trauma. – 2008, Jun. – Vol. 64(6). – P. 1517–1521.

7. Применение пластин с угловой стабильностью при оскольчатых переломах проксимального отдела плечевой кости / В.А. Неверов [и др.] // Ортопедия сегодня: сб. науч. тр. Нижегород. НИИТО. – Н.-Новгород, 2006. – С. 86–87.

8. Janotti J. Nonprosthetic Management of Proximal Humeral Fractures // J.B J.S. – 2003. – Vol. 85-A. – P. 1578–1593.

9. Макарова С.И. Лечение переломов проксимального отдела плечевой кости: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Нижний Новгород, 2007. – 19 с.

10. Keener J.D., Parsons B.O., Flatow E.L., Rogers K., Williams G.R., Galatz L.M. Outcomes after percutaneous reduction and fixation of proximal humeral fractures // J. Shoulder Elbow Surg. 2007. – P. 330–338.

11. Лоскутов А.Е. Лечение нестабильных трех- и четырехфрагментарных переломов плечевой кости в проксимальном отделе / А.Е. Лоскутов, В.Н. Томилин, М.Л. Головаха // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2004. – № 1. – С . 132–137.

12. Damanakis K., Schaal O., Mann J., Muller KH. Results of a differentiated therapy concept for dislocated subcapital humeral fractures in elderly patients // Langenbecks Arch. Chir. Suppl. Kongressbd. – 1996. – P. 910–911.

УДК 615:633.877.3

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РСО-АЛАНИЯ

[1,2]Бидарова Ф.Н., [1]Сидакова Т.М., [1]Кисиева М.Т.

[1]ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России, Владикавказ, e-mail: pharm-sogma@mail.ru;

[2]ООО «МедФармКонсалтинг и Экспертиза», Владикавказ, e-mail: apteka-83@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования аминокислотного состава пыльцы сосны обыкновенной, произрастающей на территории РСО-Алания. Установлено содержание суммы аминокислот исследуемого сырья в объеме 12,14%. Проведено качественное и количественное изучение аминокислотного состава пыльцы сосны обыкновенной и установлено наличие 16 аминокислот, 9 из которых относятся к незаменимым. Расчеты площади пиков испытуемого и стандартного растворов, концентрации каждой аминокислоты в процентном соотношении проведены на основании аминограммы пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.), выданной прибором – ААА 40. В результате проведенных исследований получены сведения об аминокислотном составе и их количественном содержании в пыльце сосны обыкновенной, которые могут быть использованы при разработке нормативной документации на лекарственное средство из этого вида сырья.

Ключевые слова: аминокислоты, аминокислотный состав, хроматография, пыльца сосны обыкновенной

THE AMINO ACID COMPOSITION OF PINE POLLEN (PINUS SYLVESTRIS L.), GROWING ON THE TERRITORY OF RNO-ALANIA

[1,2]Bidarova F.N., [1]Sidakova T.M., [1]Kisieva M.T.

[1]North-Osetian State Medical Academy the Republic of North Ossetia – Alania, Vladikavkaz, e-mail: pharm-sogma@mail.ru;

[2]OOO «MedFarmConsulting and Expertise», Vladikavkaz, e-mail: apteka-83@yandex.ru

The content of the sum of amino acids of the investigated raw materials in the volume of 12.14% is established. A qualitative and quantitative study of the amino acid composition of pine pollen (pinus sylvestris l.) has been carried out and the presence of 16 amino acids, 9 of which are irreplaceable, has been established. Calculations of the peak area of the test and standard solutions, the concentration of each amino acid as a percentage was carried out on the basis of the aminogram of pine pollen (pinus sylvestris l.) obtained from the device – AAA 40. The results of these studies expand on the existing information about the amino acid composition and quantitative content in the pollen pine, and can be used in the development of methods of pharmaceutical quality obtained from this raw material.

Keywords: amino acids, structure of aminoacids, chromatography, pollen pine

Исследования лекарственных растений, применяемых в народной медицине, представляют практический интерес для современной фармации во всем мире. Наличие в растительном сырье различных химических веществ, проявляющих в организме животного и человека биологическую активность, обусловливают его лечебное действие.

Установление фармакологической активности таких растений для применения в медицинской практике предваряет целый комплекс исследований.

Изучение фармакологических свойств и химического состава растительного сырья способствует также созданию новых современных высокоэффективных лекарственных средств. Опыт использования пыльцы сосны обыкновенной в народной медицине доказывает относительную безопасность, отсутствие противопоказаний и побочных эффектов, наравне с уникальным оздоровлением организма и излечением многих заболеваний. С другой стороны, в России отсутствуют данные исследований состава биологически активных веществ пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.).

В рамках выполнения государственного задания, комплексной темы кафедры фармации Северо-Осетинской медицинской академии за период 2013–2017 гг. были проведены следующие исследования пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.):

– макро- и микроскопическое изучение;

– определение товароведческих показателей;

– изучение элементного состава пыльцы сосны обыкновенной;

– определение острой и хронической токсичности;

– количественное определение флавоноидов;

– изучение кислоты аскорбиновой.

Аминокислоты как основные составные части белков, наряду с нуклеиновыми кис-

лотами, углеводами и липидами, участвуют во всех жизненных процессах. Однако, в отличие от растений, организм человека в основном не способен синтезировать такие незаменимые аминокислоты, дефицит которых возможно восполнять как растительной пищей, так и лечебными препаратами из растительного сырья.

Данные исследования по изучению качественного и количественного состава аминокислот в лекарственном растительном сырье вызывают научный интерес и имеют практическое значение [1–4].

Цель исследования – изучение аминокислотного состава пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.), произрастающей на территории РСО-Алания, современными физико-химическими методами.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования послужила пыльца сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.), произрастающей на территории РСО-Алания, заготовленная в мае 2016 г. в период цветения. Заготавливали только мужские нераскрытые соцветия с пыльцой (пыльники), расположенные в основании молодых побегов.

Качественное определение аминокислот в пыльце сосны обыкновенной проводилось на базе лаборатории фармацевтического и токсикологического анализа кафедры фармации СОГМА в 2016 г. С целью качественного определения аминокислот в пыльце сосны обыкновенной были использованы различные реакции идентификации аминокислот [1].

Количественное определение аминокислотного состава пыльцы сосны обыкновенной проводили на аминокислотном анализаторе – ААА 400 производства ИНГОС Чехия, автоматизированном жидкостном хроматографе с компьютерным управлением [5–6].

Все расчеты проводились методом абсолютной градуировки хроматографических пиков.

Элюат смешивался с нингидриновым реагентом и вступал в реакцию в проточной ячейке реактора при t = 121˚С.

Неподвижная фаза (смола) – для аминокислотного анализа использовали сильнокислые ионообменные смолы.

Подвижная фаза (элюент) – растворы, отвечающие за хроматографическое разделение, включали элюционные буферы и регенерант.

Другие растворы, называемые загрузочными буферами, использовались для приготовления образца и разбавления (табл. 1).

Буферы для аминокислотного анализа состояли из ингредиентов двух типов. Главные ингредиенты управляют хроматографической средой, а вспомогательные предохраняют от окисления и бактериального заражения. Желаемая кислотность и ионная сила буферов создавалась при помощи следующих основных ингредиентов: лимонная кислота; натрий или литий цитрат; натрий или литий хлорид.

Два других компонента являлись частями натриевого буфера № 4 (pH ~ 8):

– концентрированный раствор NaOH (50 % = 12,5М) используется для подводки буфера с целью получения оптимального разделения аминокислот;

– борная кислота (для компенсации потерь буферной способности цитратного буфера в заданном pH диапазоне).

В качестве вспомогательных ингредиентов использовались тиодигликоль как антиоксидант и азид натрия как консервант.

Подготовленные образцы перед введением их в анализатор отвечали следующим требованиям:

– значение pH как можно ближе к 2,20,

– постоянная ионная сила в течение всей последовательности цикла,

– концентрация аминокислот достаточна для детектирования (0,2 – 1,5 AU (значения у-оси хроматограммы)),

– отсутствие белка, микроорганизмов, взвешенных частиц,

– оптимальное разведение загрузочным буфером (с минимальным содержанием органики) [4].

Методика. В пенициллиновый флакон на 20 мл вносили 0,2 г образца – пыльцы сосны обыкновенной (точная навеска на аналитических весах), затем доливали до верха 6 нормальной кислотой хлористоводородной, ставили на 23 часа в сушильный шкаф с закрытой крышкой. Устанавливали температуру t = 110 °С. По окончании гидролиза охлаждали до комнатной температуры с последующим выпариванием досуха в ротационном испарителе, после чего добавляли 5 мл H_2O и повторно выпаривали (промывание водой необходимо, данную манипуляцию проделывали два раза). К выпаренному досуха образцу приливали 50 мл загрузочного буфера (pH – 2,2). Перед вводом в ионообменную колонку образец пыльцы обыкновенной фильтровали через бумажный фильтр – синяя лента (табл. 2) [1–3].

Условия аминокислотного анализа смеси:

– использовали ступенчатый градиент;

– скорость потока буферных растворов 0,3 мл/мин;

– скорость потока нингидринового реактива 0,2 мл/мин;

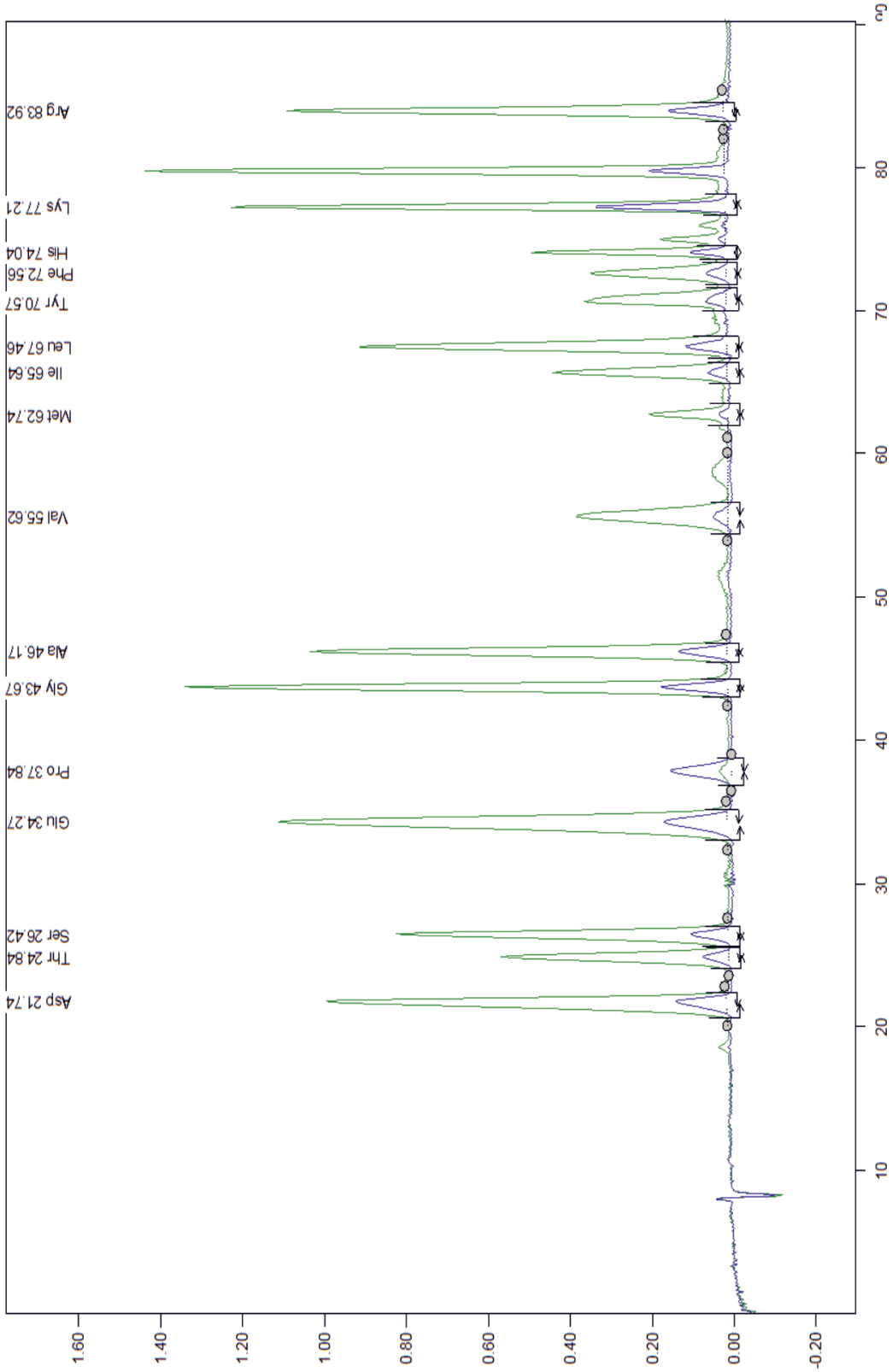
– детектирование в УФ областях 440 и 570 нм;

– температуры термостата реактора – 121 °С.

Таблица 1

Растворы, используемые в ионообменной хроматографии аминокислот

Раствор		Применение
Загрузочный буфер		Подготовка и разбавление образцов, самый кислый буфер (0,2М, pH 2,2).
Элюанты	Элюционные буферы	Буферы используются для создания градиента pH и ионной силы для уравновешивания колонки и элюант-образца
	Регенерант	Сильно щелочной раствор гидроксида, применяемый для удаления всех остатков образца из колонки



Аминограмма пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.), выданная прибором – AAA 40

Таблица 2

Программа работы аминокислотного анализатора для определения количественного содержания аминокислот в исследуемом образце пыльцы сосны

Время, мин	Температура колонки	Номер раствора буферного	Команды
0	55	1	Ввод образца в колонку
5	55	1	Обнуление линии детектора
12	55	2	–
40	55	3	–
52	55	4	–
68	74	4	–
76	74	4	Регенерация колонки
78	74	6	–
88	74	1	Вместо нингидрина подача воды
93	55	1	–
100	55	1	Загрузка образца в петлю и ожидание ввода в колонку
101	55	1	Включает подачу нингидринового реактива в реактор
107	55	1	Окончание и сохранение аминограммы

Заданные количества стандартного и испытуемого раствора через дозировочную петлю (100 мкл) вводили в колонку аминокислотного анализатора, после чего прибором рассчитывали площади пиков испытуемого и стандартного растворов и по формуле проводили расчет концентрации каждой аминокислоты в процентном соотношении (рисунок).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты качественного определения аминокислот в пыльце сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) отражены в табл. 3.

Таблица 3

Качественные реакции на аминокислоты в пыльце сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.)

№ п/п	Наименование реакции	Результат реакции
1	Биуретовая реакция	сине-фиолетовая окраска
2	Нингидриновая реакция	фиолетово-синяя окраска
3	Ксантопротеиновая реакция	желтое окрашивание
4	Реакция Сакагучи	оранжево-красное окрашивание
5	Нитропруссидная реакция	пурпурное окрашивание
6	Реакция Паули	вишнево-красное окрашивание

Необходимо отметить положительные результаты проведенных качественных реакций, обусловленных специфичностью данных реакций, что дает возможность использовать их в дальнейших исследованиях по разработке методик качественного обнаружения аминокислот в пыльце сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.).

Результаты оценки количественного аминокислотного состава пыльцы сосны обыкновенной представлены в табл. 4.

Таблица 4

Содержание аминокислот в пыльце сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.)

№ п/п	Наименование аминокислоты	Содержание в образце, %
1	Аспарагиновая кислота (Asp)	**1,23**
2	Треонин (Thr)	0,50
3	Серин (Ser)	0,61
4	Глютаминовая кислота (Glu)	**1,73**
5	Пролин (Pro)	0,95
6	Глицин (Gly)	0,58
7	Аланин (Ala)	0,68
8	Валин (Val)	0,56
9	Метионин (Met)	0,17
10	Изолейцин (Iie)	0,44
11	Лейцин (Leu)	0,84
12	Тирозин (Tyr)	0,60
13	Фенилаланин (Phe)	0,51
14	Гистидин (His)	0,34
15	Лизин (Lys)	0,87
16	Аргинин (Arg)	**1,51**
Сумма аминокислот, %		12,14
Сырой протеин, %		15,02
Содержание незаменимых аминокислот, %		37,88

Таким образом, в исследуемом образце пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.), произрастающей и собранной на территории РСО-Алания, выявлено 16 аминокислот, из которых девять незаменимые: треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, гистидин, лизин и аргинин. Установлено содержание суммы аминокислот исследуемого сырья в объеме 12,14 %.

Содержание незаменимых аминокислот в исследуемом образце от общего числа составляет 37,88 %.

В результате оценки аминокислотного состава пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) в порядке убывания выявлено преобладание глютаминовой кислоты, аспарагиновой кислоты и аргинина. Наибольшее количество составила кислота глютаминовая (1,73 %), которая играет важную роль в азотистом обмене.

Выводы

Полученные результаты исследований пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) могут являться предварительным обоснованием дальнейших разработок лекарственных средств, обладающих эффективным ноотропным действием ввиду наличия глютаминовой кислоты, психостимулирующим и мягким антидепрессивным действием ввиду наличия аспарагиновой кислоты, дезинтоксикационным действием ввиду наличия аргинина, кардиостимулирующим действием ввиду наличия пролина.

Итоги проведенных исследований также дополняют ранее полученные сведения о составе пыльцы сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) и могут быть использованы при дальнейшей разработке новых лекарственных средств из данного лекарственного сырья.

Список литературы

1. Государственная фармакопея XI СССР: вып.2. – 11-е изд. – М.: Медицина, 1990. – 398 с.

2. Круглова М.Ю. [и др]. Полисахаридный и аминокислотный состав наиболее распространенных видов лабазника // Электронный журнал «Медицина и образование в Сибири». – 2011. – № 5. URL: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/abauthors.php?id=534 (дата обращения: 01.12.2017).

3. Олешко Г.И. [и др.]. Разработка унифицированной методики количественного определения суммы свободных аминокислот в лекарственном растительном сырье и экстракционных препаратах // Фармация. – 2011. – № 3. – С. 14–17.

4. Никифоров Л.А., Белоусов М.В., Фурса Н.С. Изучение аминокислотного состава ряски малой (Lemna minor L.) // Бюллетень сибирской медицины. – 2011. – № 5. – С. 74–77. URL: http://bulletin.tomsk.ru/jour/article/view/774/635 (дата обращения: 01.12.2017).

5. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. – М.: Медицина, 2005. – 827 с.

6. Миронов А.Н. [и др]. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. – М.: ЗАО «Гриф и К», 2012. – 944 с.

УДК 616.89-02-092.19-092.6-092.4

ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОЙ КРОВИ И Т-ЛИМФОЦИТЫ У БОЛЬНЫХ АЛКОГОЛИЗМОМ; ЗАЩИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АСКОРБАТА ЛИТИЯ

Ветлугина Т.П., Савочкина Д.Н., Рощина О.В., Никитина В.Б., Мартыненко Л.И., Плотников Е.В.

Научно-исследовательский институт психического здоровья ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, e-mail: mental@tnimc.ru

Проведено исследование состояния красной крови 35 больных алкоголизмом мужчин в динамике терапии синдрома отмены и постабстинентного состояния – через 3–4 дня поступления в стационар и на 12–14 день лечения. Выявлено снижение по отношению к контролю (19 практически здоровых мужчин) количества эритроцитов, гематокрита, уровня гемоглобина и его концентрации в эритроците в обеих точках. Макроцитоз (MCV ≥ 100 μm^3) выявлен у 29,4% лиц с алкогольной зависимостью и у 1 человека контрольной группы. Установлена прямая корреляционная зависимость между числом эритроцитов и уровнем суточной толерантности. Ранее в опытах in vitro показано, что аскорбат лития значительно повышает устойчивость эритроцитов к гемолизу, индуцированному этанолом. Предварительные результаты данного исследования свидетельствуют об отсутствии негативного влияния аскорбата лития на экспрессию поверхностных рецепторов Т-лимфоцитов в пробах крови больных алкоголизмом. Полученные обнадеживающие результаты являются основанием для дальнейших исследований спектра химически синтезированных органических солей лития с целью выявления наиболее перспективных соединений для разработки препаратов, обладающих комбинированным нормотимическим, цитопротекторным, антиоксидантным действием.

Ключевые слова: эритроциты, гемоглобин, гематокрит, макроцитоз, Т-лимфоциты, аскорбат лития, алкоголизм

INDICATORS OF RED BLOOD AND T-LYMPHOCYTES IN PATIENTS WITH ALCOHOLISM; PROTECTIVE POTENTIAL OF LITHIUM ASCORBATE

Vetlugina T.P., Savoshkina D.N., Roshchina O.V., Nikitina V.B., Martynenko L.I., Plotnikov E.V.

Mental Health Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Tomsk, e-mail: mental@tnimc.ru

Here we present the results of a study of red blood parameters in 35 patients with alcoholism in men. Blood samples were studied in the dynamics of therapy for withdrawal and post-abstinence conditions – after 3-4 days of admission to hospital and on 12-14 days of treatment. Data at both pointes showed a decrease in the number of erythrocytes, hematocrit, hemoglobin level and its concentration in the erythrocyte in comparison with the control (control group19 of practically healthy men). Macrocytosis (MCV≥100 μm3) was detected in 29,4% of persons with alcohol dependence and only 1 person from the control group. A direct correlation was established between the number of erythrocytes and the level of alcohol daily tolerance. Previously, it was showed that lithium ascorbate significantly increases the resistance of erythrocytes to ethanol-induced hemolysis in vitro. Preliminary results of this study indicate the absence of a negative impact of lithium ascorbate on the expression of surface receptors of T-lymphocytes in blood samples of patients with alcoholism. The received encouraging results are the basis for the further researches of a spectrum of chemically synthesized organic salts of lithium with the purpose of revealing the most perspective compounds for development of the medicines possessing combined normotimic, cytoprotective and antioxidant action.

Keywords: erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, macrocytosis, T-lymphocytes, lithium ascorbate, alcoholism

Важным фактором патогенеза алкогольной зависимости является структурно-функциональная дезорганизация эритроцитов при хроническом действии этанола и его метаболитов, в частности ацетальдегида и продуктов ПОЛ. Эритроциты подвергаются как прямому токсическому действию этанола и продуктов его метаболизма, так и окислительной модификации липидной компоненты эритроцитарных мембран [1–4]. Модификация липидного бислоя сопровождается изменением морфологии эритроцитов, снижением гемолитической устойчивости, возможным развитием анемии, нарушением роли в поддержании адекватного иммунного ответа [5–7]. Показано, что у больных алкоголизмом снижены значения большинства гематологических параметров [8], вместе с тем в литературе практически не освещен вопрос зависимости этих показателей от клинических характеристик и динамики течения алкоголизма.

Цель исследования

Изучить параметры красной крови больных алкоголизмом при терапии синдрома отмены и постабстинентного состояния; оценить влияние аскорбата лития на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов.

Таблица 1

Характеристика красной крови больных алкоголизмом в динамике лечения постабстинентного состояния

Показатели	Медиана (LQ–UQ)			p
	Пациенты, точки обследования		Контроль N = 19	
	1 точка N = 35	2 точка N = 28		
Число эритроцитов (RBC), $10x^{12}$/l	4,46 (4,17–4,84)	4,63 (4,34–4,84)	5,03 (4,73–5,19)	$P_1 = 0,000$ $P_2 = 0,001$
Уровень гемоглобина (HGB), g/dl	14,65 (13,50–15,20)	14,90 (14,40–15,25)	16,50 (15,80–17,20)	$P_1 = 0,000$ $P_2 = 0,000$
Гематокрит (HCT), %	41,45 (38,20–43,80)	42,30 (39,95–44,35)	45,80 (43,80–47,30)	$P_1 = 0,000$ $P_2 = 0,000$
Объем эритроцитов (MCV), μm^3	92,00 (90,00–96,00)	92,00 (89,50–94,00)	90,00 (89,00–93,00)	$P_1 = 0,525$ $P_2 = 0,891$
Концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), g/dl	35,30 (24,40–35,90)	35,20 (34,05–35,75)	36,20 (36,00–36,60)	$P_1 = 0,000$ $P_2 = 0,000$

Примечание. p_1 – достоверность различий показателей в 1 точке к контролю; p_2 – достоверность различий показателей во 2 точке к контролю.

Материалы и методы исследования

Обследовано 35 мужчин (средний возраст 46,6 ± 10,0 лет), страдающих алкогольной зависимостью. Диагноз больных по МКБ-10 квалифицировался как «Психические и поведенческие расстройства в результате употребления алкоголя (синдром зависимости – F10.21 и синдром отмены – F10.30); длительность заболевания составила 10,6 ± 9,2 лет. Контрольная группа – 19 практически здоровых мужчин, соответствующих по возрасту группе пациентов. Гематологические исследования пациентов были проведены на этапе синдрома отмены алкоголя в динамике терапии постабстинентного состояния: 1 точка на 3–4 день поступления пациента в стационар после проведения курса дезинтоксикационной терапии, 2 точка – на 12–14 день стандартной терапии постабстинентного состояния с назначением основных групп препаратов для коррекции аффективных нарушений, диссомнических, нейровегетативных расстройств и редукции симптомов проявления зависимости от алкоголя в острый период синдрома отмены.

Забор крови для исследований осуществляли из локтевой вены утром натощак с использованием стерильной системы однократного применения Vacutainer («Becton Dickinson», USA) с антикоагулянтом EDTA. Гематологический анализ крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе Micros 60 (HORIBA ABX SAS). Фенотипы лимфоцитов с поверхностными рецепторами (поверхностными антигенами, кластерами дифференцировки CD) определяли на автоматическом проточном цитометре системы BD FACSCalibur.

Исследование с участием людей проведено с соблюдением принципов информированного согласия Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации и одобрено Локальным этическим комитетом при НИИ психического здоровья Томского НИМЦ (протоколы № 53/4 от 01.10.2012; № 361 от 23.10.2017 г.).

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакета программ STATISTICA для Windows, версия 12.0. Описательная статистика представлена средним арифметическим значением M, стандартной ошибкой среднего m, стандартным отклонением σ, медианой Me и межквартильным интервалом (LQ – UQ). Корреляционный анализ проводили с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r_S). Использовали уровень достоверности $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования установлено, что число эритроцитов (RBC), занимаемый ими объем крови (гематокрит), уровень гемоглобина и концентрация его в эритроците (MCHC) в группе пациентов при синдроме отмены этанола в 1 точке исследования были с высокой степенью достоверности снижены по сравнению с контрольной группой мужчин (табл. 1).

К концу периода наблюдения на 12–14 день терапии постабстинентного состояния у пациентов отмечается уменьшение степени тяжести симптомов абстиненции, исчезновение вегето-соматической, алгической симптоматики, субъективно удовлетворительное самочувствие, при этом исследуемые гематологические параметры остаются практически без изменения.

Показатель среднего объема эритроцитов (MCV) в группе пациентов и здоровых мужчин был сопоставим. В то же время значительное число публикаций посвящено обсуждению макроцитоза, макроцитарной анемии – состоянию, при котором объем

эритроцита равен или более 100 фемтолитров (фл.), или мкм^3. Stouten K et al. [9] показали, что макроцитарная анемия является относительно частой в общей медицинской практике, и среди этиологических факторов патологии эритроцитов – злоупотребление алкоголем. Исследователями отмечается разная частота встречаемости макроцитоза (MCV ≥ 100 fL) у больных алкоголизмом – от 24,1% до 36,5% случаев. Аномалия эритроцитов при алкоголизме может быть связана с непосредственным токсическим действием алкоголя на мембраны эритроцитов, высоким уровнем ацетальдегида, продуктами ПОЛ, а также недостаточностью питания [6; 10]. В нашем исследовании в группе больных значение MCV ≥ 100 μm^3 (при сниженном по сравнению с контролем уровне гемоглобина) установлено у 29,4% лиц. Тогда как в группе контроля макроцитоз (MCV = 105 μm^3) отмечен только у одного человека при уровне гемоглобина у него 17,5 g/dl.

Далее нами был проведен корреляционный анализ зависимости всех гематологических параметров от клинических характеристик алкоголизма, таких как длительность заболевания и суточная толерантность пациентов к этанолу в пересчете на водку. Толерантность к психоактивному веществу определяется его минимальной дозой, способной вызвать желаемый психофизический эффект. Установлена прямая статистически значимая корреляционная зависимость между числом эритроцитов (RBC) и уровнем толерантности как в 1-й точке обследования, так и во 2-й ($r = 0,33$; $r = 0,35$; $p < 0,001$). Возможно, прямая зависимость объясняется тем, что высокая толерантность свидетельствует о большей адаптивности и сохранности гомеостатических систем организма; при дальнейшем развитии заболевания происходит снижение адаптивных возможностей организма к действию алкоголя и, соответственно, снижение толерантности [11]. В данном фрагменте исследования обнаружены слабые отрицательные корреляции между числом эритроцитов, гематокритом, уровнем гемоглобина с длительностью заболевания ($r = – 0,22$; $– 0,23$; $– 0,23$ соответственно).

В связи с аномалиями эритроцитов у больных алкоголизмом важное значение приобретает расширение арсенала защитных средств биологических мембран эритроцитов от воздействия этанола. В лечении пациентов с расстройствами аффективного спектра (депрессивным эпизодом, биполярным аффективным расстройством, алкогольной зависимостью с аффективными нарушениями) применяются соли лития, чаще в виде карбоната. Ранее нами в опытах in vitro был выявлен гемопротекторный эффект аскорбата лития, заключающийся в повышении в 1,5–2 раза устойчивости эритроцитов к гемолизу, индуцированному этанолом [12]. Представляются актуальными исследования действия аскорбата лития на мембраны лимфоцитов пациентов с алкогольной зависимостью.

В литературе имеются сведения об иммуносупрессивном действии этанола. Вместе с тем отмечается сложность и неясность молекулярных механизмов влияния этанола на систему иммунитета и имеются факты активации адаптивного иммунитета при алкогольной зависимости. В нашем исследовании не обнаружено снижения популяций Т-лимфоцитов у больных алкоголизмом при синдроме отмены (табл. 2).

Напротив, относительное количество зрелых Т-лимфоцитов в 1 точке обследования было повышено по отношению к контролю, что может быть обусловлено включением компенсаторных механизмов при стрессе, поскольку длительное потребление алкоголя и его отмена является мощным стрессором [13, 14].

Таблица 2

Популяции Т-лимфоцитов у больных алкоголизмом

Показатели	Медиана (LQ–UQ)		
	Пациенты, точки обследования		Контроль, n = 19
	1 точка, n = 35	2 точка, n = 28	
Т-клетки $CD3^+$ ($CD3^+CD19^-$),%	78,00 (71,00–81,00) p1 = 0,016	76,00 (68,00–80,00)	73,00 (68,00–77,00)
Т-хелперы $CD4^+$($CD3^+CD4^+$),%	47,00 (44,00–53,00)	45,00 (39,00–49,00)	47,00(43,00–54,00)
Т-цитотоксические $CD8^+$ ($CD3^+CD8^+$),%	27,00 (21,00–32,00)	26,00 (22,00–34,00)	22,00(16,00–31,00)

Примечание. p1 – достоверность к контролю.

Таблица 3

Влияние аскорбата лития на экспрессию рецепторов лимфоцитов (M ± m)

Параметры	Количество лимфоцитов в пробах крови больных алкоголизмом (n = 6)	
	контроль	пробы с аскорбатом лития
Т-клетки ($CD3^+CD19^-$), %	75,83 ± 4,26	75,01 ± 4,21
Т-хелперы ($CD3^+CD4^+$), %	41,00 ± 2,13	41,02 ± 2,15
Т-цитотоксические ($CD3^+CD8^+$), %	34,17 ± 3,84	34,00 ± 4,01

Проведены предварительные эксперименты по влиянию аскорбата лития на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов больных алкоголизмом. К пробам крови 6 пациентов (1 точка обследования) добавляли равный объем раствора лития аскорбата, содержащего 500 мкл/мл лития (опыт), или физиологического раствора (контроль) и инкубировали с реагентами для проточной цитометрии. Результаты цитометрии показали, что аскорбат лития в исследуемой дозе не оказывал негативного влияния на мембраны лимфоцитов и количество Т-лимфоцитов, Т-хелперов, цитотоксических Т-лимфоцитов в контрольных пробах крови и в нагрузочных пробах с аскорбатом лития было сопоставимо (табл. 3).

Возможно, устойчивость мембран лимфоцитов к аскорбату лития связана с его антиоксидантным действием. Вольтамперометрическим методом был установлен антиоксидантный эффект аскорбата лития в отношении активных форм кислорода. Процесс четырехэлектронного катодного восстановления кислорода в известной степени моделирует процессы дыхательной цепи на внутренней мембране митохондрий. Влияние аскорбата лития проявляется в нейтрализации кислородных радикалов и уменьшении тока [15].

В целом проведенные исследования выявили статистически значимое по отношению к контролю снижение большинства показателей красной крови в группе мужчин, страдающих алкоголизмом, в динамике терапии синдрома отмены и постабстинентного состояния. Макроцитоз ($MCV \geq 100\ \mu m^3$) установлен у 29,4 % лиц с алкогольной зависимостью и у 1 человека из 19 группы контроля. Установлена прямая корреляционная зависимость между числом эритроцитов и уровнем суточной толерантности. Ранее в опытах in vitro нами был обнаружен позитивный гемопротекторный эффект аскорбата лития. Данные в рамках настоящего исследования свидетельствуют об отсутствии негативного влияния аскорбата лития на экспрессию поверхностных рецепторов лимфоцитов больных алкоголизмом. Полученные обнадеживающие результаты по гемопротекторной, мембранопротекторной и антиоксидантной активности аскорбата лития являются основанием для дальнейших исследований других химически синтезированных органических солей лития с целью выявления наиболее перспективных соединений для разработки в будущем фармакологических препаратов, обладающих комбинированным нормотимическим, цитопротекторным, антиоксидантным действием и расширяющих спектр лекарственных средств при лечении психической патологии аффективного спектра.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 17-75-20045).

Список литературы

1. Бохан Н.А. Молекулярные механизмы влияния этанола и его метаболитов на эритроциты in vitro и in vivo / Н.А. Бохан, В.Д. Прокопьева. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 166 с.

2. Gurtovenko A., Anwar J. Interaction of ethanol with biological membranes: the formation of non-bilayer structures within the membrane interior and their significance // J. Phys Chem B. – 2009. – Vol. 113. – P. 1983–1992.

3. Maturu P., Vaddi D.R., Pannuru P., Nallanchakravarthula V. Modification of erythrocyte membrane proteins, enzymes and transport mechanisms in chronic alcoholics: an in vivo and in vitro study // Alcohol. – 2013. – Vol. 48(6). – P. 679–686.

4. Sonmez M., Ince H.Y., Yalcin O. et al. The effect of alcohols on red blood cell mechanical properties and membrane fluidity depends on their molecular size // PLoS One. – 2013. – Vol.23. – P.76–79.

5. Shimizu Y., Nakazato M., Sekita T., Kadota K., Arima K., Yamasaki H., Goto H., Takamura N., Aoyagi K., Maeda T. Free thyroxine (FT4) and anemia in relation to drinking status of Japanese men: the Nagasaki islands study // Endocr J. – 2013. – vol. 60(9). – P. 1029–1034.

6. Yokoyama A., Yokoyama T., Brooks P.J., Mizukami T., Matsui T., Kimura M., Matsushita S., Higuchi S., Maruyama K. Macrocytosis, macrocytic anemia, and genetic polymorphisms of alcohol dehydrogenase-1B and aldehyde dehydrogenase-2 in Japanese alcoholic men // Alcohol Clin Exp Res. – 2014. – vol. 38(5). – P. 1237–1246.

7. Fuster D., Sanvisens A., Bolao F., Zuluaga P., Rivas I., Tor J., Muga R. Markers of inflammation and mortality in a cohort of patients with alcohol dependence // Medicine (Baltimore). – 2015. – vol. 94(10). – P. 607.

8. Cylwik B., Naklicki M., Gruszewska E., Szmitkowski M., Chrostek L. The distribution of serum folate concentration and red blood cell indices in alcoholics // J. Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). – 2013. – vol. 59(1). – P. 1–8.

9. Stouten K., Riedl J.A., Droogendijk J., Castel R., van Rosmalen J., van Houten R.J., Berendes P., Sonneveld P., Levin M.D. Prevalence of potential underlying aetiology of macrocytic anaemia in Dutch general practice // BMC Fam Pract. – 2016. – vol. 17(1). – P. 113.

10. Veda P. Evaluation of macrocytosis in routine hemograms // Indian J. Hematol Blood Transfus. – 2013. – vol. 29(1). – P. 26–30.

11. Шабанов П.Д., Калишевич С.Ю. Биологические последствия злоупотребления этанолом / П.Д. Шабанов, С.Ю. Калишевич. – СПб.: Лань, 1998. – 292 с.

12. Ветлугина Т.П., Плотников Е.В., Никитина В.Б., Лобачева О.А., Савочкина Д.Н., Радионова Т.С., Плотников В.М., Бохан Н.А. Исследование гемопротекторной активности аскорбата лития / Т.П. Ветлугина, Е.В. Плотников, В.Б. Никитина, О.А. Лобачева, Д.Н. Савочкина, Т.С. Радионова, В.М. Плотников, Н.А. Бохан // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–2. – С. 368–370.

13. Becker H.C. Influence of stress associated with chronic alcohol exposure on drinking // Neuropharmacology. 2017; 122:115–126.

14. Blaine S.K., Sinha R. Alcohol, stress, and glucocorticoids: From risk to dependence and relapse in alcohol use disorders // Neuropharmacology. 2017; 122: 136–147.

15. Plotnikov E., Korotkova E., Voronova O., Dorozhko E., Bohan N., Plotnikov S. Lithium-based antioxidants: electrochemical properties and influence on immune cells // Physiology and pharmacology. – 2015. – vol. 19. – P. 107–113.

УДК 611.08:616.718.6/.716.4

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ МАЛОБЕРЦОВОЙ КОСТИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ПРИ ЗАМЕЩЕНИИ ДЕФЕКТОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ АУТОТРАНСПЛАНТАТОМ МАЛОБЕРЦОВОЙ КОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ И НАВИГАЦИИ

[1]Калакуцкий Н.В., [2]Петришин В.Л., [1]Приходько В.И.

[1]ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург;
[2]Курс топографической анатомии и оперативной хирургии кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии имени профессора М.Г. Привеса, e-mail: kalakutsky@yandex.ru

Изучены антропометрические данные малоберцовой кости применительно к задачам, стоящим при замещении протяженных дефектов нижней челюсти и создании оптимальных условий для протезирования на основе дентальных имплантатов с использованием методики прототипирования. Проведен анализ 32 препаратов малоберцовой кости, взятых от 16 трупов людей (9 мужчин, 7 женщин). Методика изучения заключалась в использовании современных анатомических приёмов, общей антропометрии, частных измерений и специальных измерений, протоколировании, зарисовке и фотографировании препаратов, математической обработке полученных данных. Ширину и толщину малоберцовой кости измеряли соответственно во фронтальной и сагиттальной плоскостях в стандартно определенных семи уровнях. Знание антропометрических данных малоберцовой кости позволяет оптимизировать планирование реабилитации больных с протяженными костными дефектами нижней челюсти. Применение методики прототипирования и использование навигационной аппаратуры обеспечивает прецизионную точность выполнения реконструкции костных структур и уменьшает время проведения оперативного вмешательства, что улучшает качество лечения больных.

Ключевые слова: малоберцовая кость, антропометрические данные, аутотрансплантация нижней челюсти, зубная имплантация, прототипирование, навигация

STUDY OF THE FIBULAR BONE ANTHROPOMETRIC DATA TO JUSTIFY APPLICABILITY OF DENTAL IMPLANTS IN THE MANDIBULAR BONE DEFECT REPLACEMENT WITH AN AUTOLOGOUS GRAFT OF THE FIBULAR BONE USING PROTOTYPING AND NAVIGATION METHOD

[1]Kalakutskiy N.V., [2]Petrishin V.L., [1]Prikhodko V.I.

[1]The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Academician I.P. Pavlov St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Health of Russia, St. Petersburg;
[2]The course of Topographic Anatomy and Operative Surgery of Clinical Anatomy and Operative Surgery Department named after Professor M.G. Prives, e-mail: kalakutsky@yandex.ru

Studied the anthropometric data of the fibula in relation to the tasks that the replacement of the long defects of the lower jaw and create the optimum conditions for the prosthesis based on dental implants using the method of prototyping. The analysis of the 32 drugs of the fibula, taken from the corpses of 16 people (9 men, 7 women). The study technique consisted in the use of modern anatomical techniques, General anthropometry, private measurements and special measurements, recording, sketching and photographing of the preparations, mathematical processing of the obtained data. Width and thickness of the fibula were measured, respectively, in the frontal and sagittal planes, in standard defined seven levels. Knowing the anthropometric data of the fibular bone helps to optimize rehabilitation planning for patients with expanded mandibular bone defects. Application of prototyping technique and use of navigation devices ensure precision accuracy of bone structure reconstruction and reduce time of surgical intervention, which improves quality of patient treatment.

Keywords: the fibular bone, anthropometric data, the mandibular bone auto-transplantation, dental implantation, prototyping, navigation

Восстановление дефектов нижней челюсти всегда было сложной хирургической задачей. В связи с развитием микрохирургии и внедрением в клиническую практику метода свободной пересадки реваскуляризированных костных аутотрансплантатов открылись новые возможности, позволившие уменьшить угрозу развития гнойных осложнений и ускорить консолидацию до сроков, близких к времени сращения при закрытых переломах [1, 2]. Перечень костных трансплантатов, используемых при реконструкции нижней челюсти, широк: фрагменты IX–X ребра на дистальном межрёберном пучке, гребень подвздошной кости, латеральный край лопатки, диафизарный отдел малоберцовой кости. Последний в настоящее время многие хи-

рурги относят к трансплантату выбора при замещении протяженных дефектов нижней челюсти [3], он имеет следующие преимущества: значительная длина (до 25 см); выраженная, по сравнению с другими костными трансплантатами, прочность; более компактная структура кости, что позволяет производить протезирование с использованием зубных имплантатов; большой диаметр малоберцовых сосудов, что обеспечивает хорошее кровоснабжение трансплантата и облегчает микрохирургический этап; минимальные осложнения со стороны донорской зоны [4]. Несмотря на значительное количество работ, посвященных исследованию малоберцовой кости, как аутотрансплантату вообще, так и применительно к проблемам замещения дефектов именно нижней челюсти, есть некоторые вопросы, требующие уточнения [5]. В частности, не решен вопрос выбора оптимальных зон для введения в кость дентальных имплантатов для последующего зубного протезирования. Н.В. Калакуцкий (2004) отмечает, что моделирование лоскута из МБК хирурги выполняют эмпирическим способом. Ранее авторы предлагали проводить расчет иссекаемых участков и углов остеотомии при моделировании лоскута в одной плоскости. В работах же Н.В. Калакуцкого (2004), А.С. Герасимова (2011) имеются данные не только о длине, но и о ширине и толщине малоберцовой кости. Но авторы производили измерения кости на трех уровнях: посередине и на расстоянии 10 см от начала и конца кости. Н.В. Калакуцкий (2004), А.С. Герасимов (2011), В.И. Приходько (2014) произвели математические расчёты и разработали оригинальную методику выполнения клиновидных поднадкостничных остеотомий донорского костного лоскута на сохранённом кровотоке с целью придания фрагменту кости формы формируемого сегмента нижней челюсти при выполнении реконструкции. В дальнейшем авторы разработали алгоритм оптимального проведения костной пластики нижней челюсти с целью получения наилучших функциональных и эстетических результатов, предполагающий: 1) обязательное выполнение МСКТ-исследования черепа и донорских зон до начала комплексного лечения больного по разработанной методике; 2) проведение «виртуального оперативного вмешательства» и планирование «виртуального зубного протезирования», при необходимости – с использованием дентальных имплантатов; 3) обязательное изготовление стереолитографических моделей и операционных шаблонов, позиционеров, используя методику прототипирования, для достижения максимальной точности выполнения всех этапов комплексного лечения, уменьшения времени аноксии васкуляризированного костного лоскута, улучшения результатов оперативного вмешательства и всего комплексного лечения и реабилитации больного. В последние годы при выполнении костно-пластических и реконструктивных оперативных вмешательств в челюстно-лицевой области все активнее обсуждается необходимость использования методик быстрого прототипирования, обеспечивающих максимальную точность моделирования костного трансплантата и его позиционирования в реципиентной зоне относительно культей нижней челюсти, уменьшение срока проведения операции. Однако, по-нашему мнению, для достижения максимальной прецизионности, более высокого уровня соответствия топографо-анатомических данных, результатов компьютерно-томографического исследования костных структур и проведенных виртуальных расчетов с интраоперационной картиной, целесообразно дополнительное применение навигационной аппаратуры. Совмещение в базе аппарата полученных при перечисленных выше исследованиях параметров костных структур челюстей и предполагаемых для использования трансплантатов позволит не только повысить точность моделирования трансплантата, его позиционирования относительно культей нижней челюсти, но и соотнести расположение альвеолярной части челюсти с осями верхней челюсти. Этот шаг, в свою очередь, повысит точность зубного протезирования, а следовательно, и улучшит качество функциональной реабилитации больных с дефектами нижней челюсти. К сожалению, нам не встретились работы, посвященные данному аспекту проблемы.

Цель исследования

Изучение антропометрических данных малоберцовой кости применительно к задачам, стоящим при замещении протяженных дефектов нижней челюсти и создания оптимальных условий для протезирования на основе дентальных имплантатов с использованием методики прототипирования и навигационной аппаратуры.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили препараты малоберцовой кости (32), взятые от 16 трупов людей (9 мужчин, 7 женщин), умерших от причин, не связанных с патологией костно-связочной системы. Методика изучения заключалась в использовании со-

временных анатомических приёмов, общей антропометрии, частных измерений и специальных измерений, протоколировании, зарисовке и фотографировании препаратов, математической обработке полученных данных. Длину малоберцовой кости от верхнего края головки малоберцовой кости до нижнего края наружной лодыжки производили с помощью стандартной рулетки. Ширину и толщину малоберцовой кости измеряли соответственно во фронтальной и сагиттальной плоскостях в стандартно определенных семи уровнях. После установки реперных точек в начале и в конце участка измерения делили длину малоберцовой кости на восемь равных частей. Установленным уровням (после исключения точек в начале и конце малоберцовой кости) присваивали порядковые номера от № 1 до № 7, начиная сверху и по направлению вниз. Измерения малоберцовой кости производили на целой конечности с сохраненными мягкими тканями и затем на изолированном, извлеченном препарате кости. На целой конечности морфологические измерения производили с помощью разработанного нами устройства, позволяющего производить замеры костных тканей до и после препарирования (рационализаторское предложение № 1461 от 14.09.2005 г., оформлено и принято в ГОУ ВПО СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова ФАЗиСР). В клинической части работы при комплексном планировании функциональной реабилитации больных с протяженными дефектами нижней челюсти нами использовался принцип, который мы назвали «принципом планирования от конечного результата», или «принципом обратного планирования». Суть его сводится к следующему. При проведении первичного осмотра больного единой командой специалистов, состоящей из челюстно-лицевого хирурга, онколога, ортопеда-стоматолога, специалиста по лучевой диагностике (МСКТ-исследование), специалиста по методике прототипирования и навигации, осуществляется «теоретическое обсуждение» всех необходимых (а при наличии альтернатив – всех возможных) этапов оперативного лечения и ортопедической реабилитации пациента. В итоге утверждается конечный (желаемый) результат. Все планы обсуждаются с больным, согласовывается окончательный вариант. После этого предпринимаются «шаги в обратном направлении» – от конечного результата к исходному, первичному осмотру. При реальном выполнении запланированных шагов поэтапно выполняется вначале компьтерно-томографическое исследование донорской и реципиентных зон (в том числе малоберцовой кости), проведение «виртуального оперативного вмешательства» (основного этапа), а затем «виртуального протезирования. При проведении этапного лечения, предполагающего выполнение повторных оперативных вмешательств, перечисленные этапы планирования повторяются несколько раз. После проведения всех этапов планирования реализуется интраоперационный этап. Для максимально точного соответствия индивидуальных топографо-анатомических параметров костных структур конкретного больного (в том числе и антропометрические данные донорских костей, например малоберцовой) «загружают» в базу данных навигационной установки.

Результаты исследования и их обсуждение

При проведении топографо-анатомического исследования во всех наблюдениях длина малоберцовой кости составила от 29,0 до 48 см (средняя M = 35,98 ± 0,2; справа M = 36,07 ± 0,2; слева M = 35,82 ± 0,2). При формировании трансплантата для костной пластики необходимо оставлять каудальный и краниальный концы малоберцовой кости в области суставов до 8,0 см. С учётом этого максимальная длина возможного для забора костного трансплантата из малоберцовой кости (без учёта длины каудального и краниального сегментов) варьировала от 21,4 до 36,0 см (средняя M = 27,0 ± 0,2 см). Ширина малоберцовой кости (измерение во фронтальной плоскости) на середине её длины составила M = 11,0 ± 0,2 мм; толщина (измерение в сагиттальной плоскости) M = 11,5 ± 0,2 мм. На семи стандартных уровнях данные средних значений ширины малоберцовой кости менялись незначительно от 1,05 до 1,30 см. В средней трети МБК была выявлена выраженная прямая корреляционная зависимость между длиной и шириной (поперечными размерами во фронтальной плоскости). На уровнях середины МБК коэффициент корреляции был равен 0,56–0,71. В верхнем и нижнем концах кости связь была недостоверной. Таким образом, между длиной и шириной МБК на уровне середины диафиза кости выявлена прямая, сильно выраженная связь (коэффициент корреляции до 0,71). В пределах средней трети кости, выше и ниже её середины, выраженность этой зависимости уменьшается, но остается достаточно большой (коэффициент корреляции 0,56). В пределах верхней и нижней третей МБК зависимость недостоверная (коэффициент корреляции равен 0,25 и меньше). На семи стандартных уровнях толщина малоберцовой кости изменялась незначительно (от 1,1 до 1,3 см). Между длиной и толщиной МБК (поперечные измерения в сагиттальной плоскости) имеется обратная корреляционная зависимость. Эта связь выражена неодинаково на разных уровнях кости. Так, обратная зависимость с умеренным значением коэффициента корреляции наблюдалась на уровне диафиза и нижнего сегмента кости (коэффициент корреляции равен минус 0,29–0,41). В области верхнего сегмента коэффициент корреляции был положительным (0,3). Это свидетельствует о наличии умеренно выраженной равномерной обратной зависимости между линейными и поперечными размерами МБК на протяжении всей длины диафиза кости и ее нижнего эпифиза (коэффициент корреляции минус 0,29–0,41). У верхнего сегмента кости имелась умеренно выра-

женная прямая зависимость (коэффициент корреляции 0,3). Таким образом, при проведении топографо-анатомических исследований установлено, что:

1. Длина малоберцовой кости варьировала от 29,0 до 48,0 см (в среднем M = 36,0 см ± 0,2 см, справа M = 36,07 ± 0,2; слева M = 35,82 ± 0,2). Длина участка малоберцовой кости, возможного для формирования трансплантата, без учёта длины верхнего и нижнего сегментов, составила 21,4–36,0 см (в среднем M = 27,0 ± 0,2 см).

2. Ширина (измерения во фронтальной плоскости) малоберцовой кости варьировала на 7 стандартных уровнях от 1,05 до 1,30 ± 0,20 см. Наибольшие величины (1,2 и 1,3 см) были на верхнем и нижнем уровнях измерений. Наименьшие величины наблюдались на середине диафиза (1,10 и 1,05 см). Средняя величина ширины (измерения во фронтальной плоскости) была относительно равномерной на всем протяжении диафиза малоберцовой кости и составила 1,10 см.

3. Толщина (измерения в сагиттальной плоскости) малоберцовой кости варьировала от 1,1 до 1,3 ± 0,2 см. Наибольшие величины были на верхнем и нижнем уровнях измерений (1,2 и 1,3 см). Наименьшие величины отмечены на середине диафиза (1,1 см). Средняя толщина составила 1,1 ± 0,2 см. На всем протяжении диафиза малоберцовой кости толщина была относительно равномерной.

4. Между длиной и шириной малоберцовой кости (поперечными измерениями во фронтальной плоскости) существует сильная прямая зависимость, более выраженная в средней трети кости, по мере удаления от середины эта связь значительно уменьшается к зонам прикрепления кости в области суставов.

5. При выборе малоберцовой кости для трансплантации следует учитывать, что толщина (размеры в передне-заднем направлении в сагиттальной плоскости) наиболее стабильна, а ее ширина (фронтальная плоскость) наиболее вариабельна и непостоянна.

Результаты, приведённые в последнем пункте, следует учитывать при фиксации трансплантата из малоберцовой кости в области дефекта нижней челюсти. Так, передний край малоберцовой кости, как наиболее прочный и стабильный по размерам, целесообразно располагать по верхнему краю. При этом контрфорсы (линии прочности), ориентированные на нижней челюсти от корней зубов кзади и книзу, будут проходить от переднего края трансплантата также сверху вниз. Таким образом, оптимальным следует признать ориентирование переднего края малоберцовой кости кверху. При этом сагиттальная плоскость на малоберцовой кости измерения транслоцируется в вертикальную. Полученные результаты измерений средних величин ширины и толщины МБК, а также относительную равномерность измерений на всем протяжении диафиза малоберцовой кости позволяют констатировать, что указанные размеры достаточны для введения в трансплантат малоберцовой кости зубных имплантатов соответствующей длины и диаметра. Полученные топографо-анатомические данные целесообразно использовать применительно к методикам прототипирования с целью изготовления стереолитографических моделей и операционных шаблонов костных структур челюстей, а также костей, используемых в качестве донорских для формирования реваскуляризированных и аваскулярных костных трансплантатов при устранении протяженных дефектов челюстей. Кроме того, точные параметры используемых для пластики донорских костей возможно «загружать» в базу данных навигационной установки. Знание антропометрических данных донорских костей позволяет оптимизировать планирование реабилитации больных с протяженными костными дефектами нижней челюсти. Применение методики прототипирования при планировании оперативного вмешательства и ортопедической реабилитации, а также использование навигационной аппаратуры интраоперационно обеспечивает прецизионную точность выполнения реконструкции костных структур и уменьшает время проведения оперативного вмешательства, что улучшает качество лечения больных.

Выводы

1. Малоберцовый трансплантат оптимально располагать в дефекте нижней челюсти передним краем вверх, что наиболее рационально для сохранения распределения линий прочности (контрфорсов).

2. Малоберцовый трансплантат целесообразно использовать для устранения протяженных дефектов нижней челюсти, включая тотальные (протяженностью до 27,0 см).

3. Для введения зубных имплантатов с целью дальнейшего рационального зубного протезирования с опорой на них, включая максимальные параметры последних (длина 11,0 мм, диаметр 4,5 мм), пригодна малоберцовая кость.

4. При замещении протяженных дефектов нижней челюсти и создания оптимальных условий для протезирования на основе дентальных имплантатов целесообразно использование методики прототипирования и навигационной аппаратуры.

Список литературы

1. Себякин Ю.В. Топографо-анатомическое обоснование хирургического лечения диафизарных переломов голени: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Москва, 2008. – 24 с.

2. Швальб П.Г., Калинин Р.Е., Шанаев И.Н., Пучкова Г.А., Сучков И.А. Топографоанатомические особенности перфорантных вен голени // Флебология. – 2015. – № 2. – С. 18–24.

3. Калакуцкий Н.В. Костная пластика нижней челюсти васкуляризированными аутотрансплантатами: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 58 с.

4. Герасимов А.С. Планирование реконструктивных операций при протяженных дефектах нижней челюсти с использованием современных технологий: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Санкт-Петербург, 2011. – 161 с.

5. Приходько В.И. Использование современных технологий в комплексной реабилитации больных после замещения протяжённых дефектов нижней челюсти васкуляризированными костными аутотрансплантатами: дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2014. – 192 с.

УДК 617-089.844:616.711.8-089:618.15-007.253

ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ РЕКТОВАГИНАЛЬНЫХ СВИЩЕЙ

[1]Карташев А.А., [2]Смолькина А.В., [2]Макаров С.В., [2]Дёмин В.П., [1,2]Барбашин С.И., [2]Мидленко И.И.

[1]ГУЗ «Ульяновский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи имени заслуженного врача России Е.М. Чучкалова», Ульяновск, e-mail: alexandermd@yandex.ru;
[2]ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, e-mail: smolant1@yandex.ru

Цель: Оценить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения пациенток с ректовагинальными свищами прямой кишки. В исследование включено 5 пациенток с диагнозом «ректовагинальный свищ» оперированных в ГУЗ «Ульяновский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи имени заслуженного врача России Е.М. Чучкалова», где располагается клиника медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Ульяновского государственного университета, в 2016–2017 гг. Всем пациенткам производилось иссечение свища с раздельным ушиванием влагалища, ректовагинальной перегородки и устранением внутреннего отверстия свища путем низведения полнослойного лоскута прямой кишки. Среднее время оперативного пособия составило 58,8 ± 9,4 минуты. Ранние послеоперационные осложнения возникли у 1 (20,0%) пациентки и были представлены рефлекторной задержкой мочи в первые сутки после операции, которая разрешилась самостоятельно, у 1 (20%) пациентки возникло кровотечение после отторжения лигатуры, которое купировано консервативными методами. Случаев нагноения ран и некроза низведенного лоскута не наблюдалось. Выводы. 1. Ректовагинальные свищи являются достаточно редкими (по данным нашего наблюдения они составили 4,9% случаев), но наиболее сложными из свищей прямой кишки. 2. Этиологическими факторами в развитии ректовагинальных свищей являются: осложнения во время родов (40%), острый парапроктит (40%) и травма (20%). 3. Ранние послеоперационные осложнения были представлены рефлекторной задержкой мочи 1 (20%) и кровотечением 1 (20%) случай. 4. К поздним осложнениям можно отнести формирование анальной трещины на месте низведенного лоскута (рецидива свища не наблюдалось) в 1 случае (20%). 5. За время послеоперационного наблюдения за пациентками рецидивов свищей не наблюдалось, случаев анальной инконтиненции не было.

Ключевые слова: ректовагинальные свищи, проктопластика ректовагинальных свищей

EXPERIENCE OF TREATMENT OF RECTOVAGINAL FACILITIES

[1]Kartashev A.A., [2]Smolkina A.V., [2]Makarov S.V., [2]Demin V.P., [1,2]Barbashin S.I., [2]Midlenko I.I.

[1]UZ «Ulyanovsk Regional Clinical Center of Specialized Types of Medical Care named after the Honored Doctor of Russia E.M. Chuchkalov», Ulyanovsk, e-mail: alexandermd@yandex.ru;
[2]Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, e-mail: smolant1@yandex.ru

Objective: To evaluate the immediate and long-term results of surgical treatment of patients with rectovaginal fistulas of the rectum. The study included 5 patients diagnosed with rectovaginal fistula operated by the «Ulyanovsk Regional Clinical Center of Specialized Types of Medical Care named after the Honored Doctor of Russia E.M. Chuchkalov», where the clinic of the medical faculty is located. T.Z. Biktimirov Ulyanovsk State University in 2016–2017 g. All patients underwent fistula excision with separate suturing of vagina, rectovaginal wall and using of endorectal advancement flap. The average time of the operational was 58.8 ± 9.4 minutes. Early postoperative complications arose in 1 (20.0%) of the patient and were represented by urinary retention in the first day after the operation, which was resolved independently. Cases of suppuration of wounds and necrosis of the reassembled flap were not observed. Conclusions. 1. Rectovaginal fistulas are quite rare (according to our observation they were 4.9% of cases), but the most complex of fistulas of the rectum. 2. Ethiological factors in the development of rectovaginal fistulas are: complications during childbirth (40%), acute paraproctitis (40%) and trauma (20%). 3. Early postoperative complications were represented by urinary retention of 1 (20%) and bleeding 1 (20%) case. 4. To late complications can be attributed the formation of an anal fissure on the site of the reassembled flap (no recurrence of the fistula) in 1 case (20%). 5. During the postoperative follow-up of patients, no fistula recurr.

Keywords: rectovaginal fistulas, segmental proctoplasty

Ректовагинальные свищи являются самыми редкими, но и самыми сложными свищами прямой кишки [1, 2]. По литературным данным, они составляют около 5% среди всех свищей прямой кишки [3–5]. Этиологическими факторами формирования ректовагинальных свищей являются: родовая травма, острый парапроктит, воспалительные заболевания толстой кишки, последствия лучевого лечения опухолей органов малого таза, осложнения операции на органах малого таза и травмы, болезнь Крона с повреждением сигмовидной и прямой кишок [2, 5–7].

Наиболее часто патологический процесс локализуется в нижних отделах влагалища (ановестибулярные свищи) и реже встречается, в средних и верхних отделах ректовагинальной перегородки, вплоть до самой шейки матки [8, 9].

Хотя данное заболевание, согласно международной классификации болезней, относится к блоку болезней женской половой системы (N-82), лечение данной патологии проводится преимущественно колопроктологами [10].

Хирургическое лечение ректовагинальных свищей сопряжено с множеством трудностей, что связано с особенностями анатомического строения сфинктеров прямой кишки (свищевой ход чаще всего следует экстрасфинктерно) и ректовагинальной перегородки (наличие рубцов, деформация и др.) [11]. Все это обусловливает высокий риск рецидива заболевания, составляющий от 20 до 70% [1, 3]. Основными причинами рецидивов ректовагинальных свищей являются: нагноения ран, неправильный выбор метода операции, технические трудности, обусловленные локализацией свища и массивным поражением тканей промежности [9, 11].

Несмотря на различные виды хирургического лечения рецидивных ректовагинальных свищей с применением местных тканей, со смещением мышц или с использованием искусственной сетки, эта патология представляет собой проблему и для хирургов, и для пациенток [12]. И основным условием для выполнения операции иссечения свища с ушиванием свищевых отверстий в стенках прямой кишки и влагалища является адекватная мобилизация передней стенки прямой кишки и задней стенки влагалища [13].

Таким образом, хирургическое лечение ректовагинальных свищей представляет, до настоящего времени не решенную проблему колопроктологии.

Цель исследования

Оценить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения пациенток с ректовагинальными свищами.

Материалы и методы исследования

В исследование включено 5 пациенток с диагнозом «ректовагинальный свищ», оперированных в государственном учреждений здравоохранения «Ульяновский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи имени заслуженного врача России Е.М. Чучкалова», где располагается клиника медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Ульяновского государственного университета в 2016–2017 гг.

Все пациентки, поступившие в отделение, предъявляли жалобы на выделение гноя с каловым запахом из влагалища (выделение кала наблюдалось только в 1 случае – когда диаметр свищевого хода был более 1 см), рецидивирующие кольпиты и вагиниты.

Всем пациенткам в дооперационном периоде выполнялся комплекс лабораторных анализов в соответствии со стандартами оказания медицинской помощи.

Дополнительные методы исследования включали: аноскопию, ректороманоскопию, влагалищное исследование, кольпоскопию, трансанальное и трансвагинальное ультразвуковое исследования.

При этом определялось положение свищевых отверстий во влагалище и прямой кишке, а также наличие (или отсутствие) гнойных затеков и их локализации относительно анатомических структур промежности, по возможности прослеживался ход свища. Такое комплексное предоперационное обследование позволяет получить полное представление об анатомических особенностях в каждом отдельном случае и облегчить проведение операции.

Целью оперативного лечения явилось радикальное иссечение ректовагинальных свищей. Всем пациенткам производилось иссечение свища с раздельным ушиванием влагалища, ректовагинальной перегородки и устранением внутреннего отверстия свища путем низведения полнослойного лоскута прямой кишки.

Операция проводится на гинекологическом кресле в положении как для промежностной литотомии. После проведения анестезии производится трехкратная обработка влагалища, промежности и прямой кишки растворами антисептиков, после чего малые половые губы фиксируются к коже для лучшей визуализации операционного поля.

Операция включает в себя следующие этапы.

На первом этапе производится зондирование и прокрашивание свищевого хода биологически безвредным красителем. Так как отверстие хода во влагалище обнаруживается наиболее просто, то мы во всех случаях начинали прокраску хода через него. После введения красителя, с помощью ректального зеркала, определяется положение внутреннего свищевого отверстия, которое чаще всего располагается на передней полуокружности прямой кишки.

На втором этапе производится гидропрепаровка влагалища 0,5% раствором новокаина в смеси с адреналином с целью снижения кровоточивости хорошо васкуляризованных тканей влагалищной стенки. После этого со стороны влагалища производится рассечение его слизистой оболочки вокруг свищевого хода, отступив от него 1–2 см влево и вправо и 2–4 см выше и ниже, формируется разрез, по форме напоминающий веретено.

Отсепарованный лоскут вместе с отверстием свища оттягивается в сторону и производится выделение свищевого хода и его затеков до стенки прямой кишки. Для облегчения выделения можно использовать проведенный через ход пуговчатый зонд, который помогает не «потерять» и не пересечь свищевой ход в тканях промежности.

После того как ход выделен до стенки прямой кишки и осуществлен гемостаз, со стороны прямой кишки производится ушивание внутреннего отверстия узловыми швами – держалками, которые помогут на последнем этапе операции и будут препятствовать контаминации мягких тканей промежности.

Со стороны влагалищной раны производится отсечение свищевого хода на уровне кишечной стенки, после чего рана послойно ушивается узловыми швами из рассасывающегося материала (Vicryl, USP 3-0). Сначала ушиваются mm. levator ani, а над ним стенка влагалища. При этом необходимо добиться того, чтобы линии швов на мышцах и слизистой оболочке влагалища были смещены относительно друг друга, что будет препятствовать возможному рецидиву хода при несостоятельности швов.

Следующий этап осуществляется со стороны прямой кишки. В прямую кишку вводится ректальное зеркало. Затем, используя ранее наложенные швы-держалки, визуализируется внутреннее свищевое отверстие.

Производится гидропрепаровка слизисто-подслизистого слоя прямой кишки 0,5% раствором новокаина в смеси с адреналином, после чего производится отсепаровка полнослойного лоскута прямой кишки, окаймляющего внутреннее свищевое отверстие. Для сохранения жизнеспособности лоскута ему придают трапециевидную форму с широким основанием, обращенным вглубь и шириной не менее ¼ окружности прямой кишки.

Отсепарованный лоскут низводят до тех пор пока внутреннее отверстие не выйдет за пределы ложа лоскута, после чего избыток слизистой, вместе с внутренним отверстием, отсекается, а сам лоскут фиксируется узловыми швами из рассасывающегося материала (Vicryl, USP 3-0) по всему его периметру.

После этого производится тампонада влагалища и прямой кишки турундами с антисептиком.

Результаты исследования и их обсуждение

В государственном учреждений здравоохранения «Ульяновский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи имени заслуженного врача России Е.М. Чучкалова», где располагается клиника медицинского факультета им. Т.З. Биктимирова Ульяновского государственного университета в 2016–2017 гг. всего было прооперировано 102 пациента со свищами прямой кишки, из них оперировано 5 пациенток с диагнозом «ректовагинальный свищ», что составило всего 4,9%.

Пациентки были в возрасте от 31 до 51 года (средний возраст 38,8 ± 7,9 лет), то есть в трудоспособном возрасте.

В 2 случаях причиной возникновения свища были травматичные роды, сопровождающиеся разрывами промежности и прямой кишки; у 2 пациенток – острый парапроктит, и у одной женщины ректовагинальный свищ возник в результате травмы во время полового акта (таблица).

Этиология ректовагинальных свищей

Причины	Количество	
	Абс. число	%
Травматичные роды	2	40,0
Острый парапроктит	2	40,0
Травма во время полового акта	1	20,0
Всего	5	100

Клинические примеры.

Пациентка 34 лет через 2 месяца после травматичных родов с разрывом промежности стала предъявлять жалобы на выделение слизи и гноя из влагалища, лечилась у гинеколога по поводу гнойного кольпита, прошла несколько курсов антибактериальной терапии, которые эффекта не принесли, на 6 месяц с начала появления симптомов пациентка была направлена к колопроктологу. При ректальном исследовании на передней полуокружности прямой кишки было обнаружено свищевое отверстие диаметром около 3 мм, при зондировании которого выявлен ректовагинальный свищ, открывающийся в преддверии влагалища в глубине одной из складок диаметром около 2 мм, что затрудняло его нахождение при влагалищном исследовании. Этот случай показывает необходимость дотошного ректального исследования у пациенток с не поддающимися лечению воспалительными заболеваниями влагалища. Кроме того, показательно отсутствие таких классических симптомов ректовагинального свища, как выделение кала и газов из влагалища, что связано с небольшим диаметром хода.

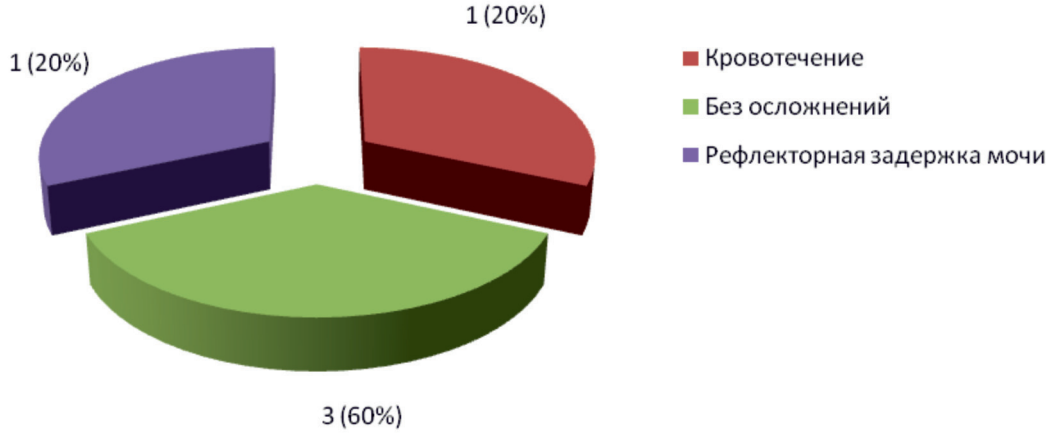
Пациентка 58 лет перенесла острый парапроктит, локализованный на передней полуокружности прямой кишки. С момента начала заболевания пациентка длительное время (около недели) не обращалась за медицинской помощью, а когда обратилась, то парапроктит не был распознан и своевременно вскрыт, при этом была назначена антибактериальная терапия. На 10–13 день болезни произошло самопроизвольное вскрытие абсцесса во влагалище, после чего пациентка отметила улучшение своего состояния, но в течение месяца сформировался ректовагинальный свищ.

Пациентка 41 года во время анального полового акта почувствовала сильные боли в прямой кишке и резко появившиеся кровянистые выделения из влагалища. Тут же вызвала скорую помощь и была доставлена в наше учреждение. Осмотрена гинекологом и колопроктологом – был диагностирован разрыв прямой кишки и влагалища. Пациентке была наложена сигмостома и произведено ушивание разрыва. Наложение колостомы в случае подобных травм является обязательным так как в противном случае заживление раны становится невозможным. В течение месяца рана зажила, но сформировался ректовагинальный свищ диаметром около 1 см, что потребовало его пластического закрытия.

Все 5 свищей были экстрасфинктерными и открывались в преддверие влагалища.

Всем пациенткам операция выполнялась под спинномозговой анестезией.

В качестве оперативного пособия во всех случаях применялось иссечение свища с раздельным ушиванием влагалища, ректовагинальной перегородки и устранением внутреннего отверстия свища с низведением полнослойного лоскута прямой кишки.



Наличие послеоперационных осложнений

Среднее время оперативного пособия составило 58,8 ± 9,4 минуты.

Ранние послеоперационные осложнения возникли у 1 (20%) пациентки и были представлены рефлекторной задержкой мочи в первые сутки после операции, которая разрешилась самостоятельно (рисунок). Мы рутинно не применяли постоянную катетеризацию мочевого пузыря во время и после операции в связи с риском возникновения послеоперационного цистита.

Антибактериальную терапию в послеоперационном периоде не применяли.

В послеоперационном периоде 2 раза в день выполнялась перевязка с санацией влагалища и послеоперационной раны с обработкой раствором антисептика (водный раствор хлоргексидина).

У 1 (20%) пациентки на 12 сутки послеоперационного периода возникло кровотечение из раны прямой кишки, которое было связано с отторжением шва лоскута прямой кишки (рисунок). Оно было купировано тампонадой ануса мазевым тампоном (мазь «Левомеколь») на 4 часа и в последующем не возобновлялось.

Случаев нагноения ран и некроза низведенного лоскута не наблюдалось.

Раны ушивались рассасывающимися швами нитями и не снимались. Нити во влагалище самостоятельно отторгались в среднем через 17–18 дней, в прямой кишке через 10–14 дней.

Средний срок наблюдения за пациентами после операции составил 11,4 ± 4,2 месяцев. За данный период рецидивов свища не отмечено, не было выявлено и недостаточности анального сфинктера, однако у 1 пациентки на месте раны прямой кишки через 3 месяца сформировалась передняя анальная трещина, которая была иссечена. Рана зажила, и пациентка поправилась. Случаев анальной инконтиненции не наблюдалось.

Выводы

1. Ректовагинальные свищи являются достаточно редкими (по данным нашего наблюдения они составили 4,9% случаев), но наиболее сложными из свищей прямой кишки.

2. Этиологическими факторами в развитии ректовагинальных свищей являются: осложнения во время родов (40%), острый парапроктит (40%) и травма (20%).

3. Ранние послеоперационные осложнения были представлены рефлекторной задержкой мочи 1 (20%) и кровотечением 1 (20%) случай.

4. К поздним осложнениям можно отнести формирование анальной трещины на месте низведенного лоскута (рецидива свища не наблюдалось) в 1 случае (20%).

5. За время послеоперационного наблюдения за пациентками рецидивов свищей не наблюдалось, случаев анальной инконтиненции не было.

Список литературы

1. Ривкин В.Л. Колопроктология: руководство для врачей / В.Л. Ривкин, Л.Л. Капуллер, Е.А. Белоусова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 368 с.

2. Takagi C., Baba H., Yamafuji K., Asami A., Takeshima K., Okamoto N., Takahashi H., Kubochi K. Simultantaneously Diagnosed and Successfully Treated Rectovaginal and Vesicovaginal Fistulae after Low Anterior Resection with Concomitant Resection of Female Genitalia // Case Reportsin Gastroenterology. – 2017. – № 11. – P. 17–22.

3. Шелыгин Ю.А. Справочник по колопроктологии / Ю.А. Шелыгин, Л.А. Благодарный. – М.: Литтера, 2014. – 606 с.

4. Грошилин В.С. Значение индивидуального подхода в выборе тактики лечения ректовагинальных свищей /

В.С. Грошилин, Е.В. Чернышова, Л.В. Узунян // Медицинский вестник Юга России. – 2016. – № 2. – С. 47–50.

5. Gallo G., Realis Luc A., Clerico G., Trompetto M. Martius flap for recurrent perineal and rectovaginal fistulae in a patient with Crohns disease, endometriosis and a mullerian anomaly // BMC Surgery. – 2017. – № 21. https://doi.org/10.1186/s12893-017-0309-8.

6. Zheng H., Guo T., Wu Y., Li C., Cai S., Liu F., Xu Y. Rectovaginal fistula after low anterior resection in Chinese patients with colorectal cancer // Oncotarget. – 2017. – № 8. – P. 73123–73132.

7. Семирджанянц Э.Г. Хирургическое лечение больных с лучевыми свищами при раке шейки матки: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2015. – 24 с.

8. Ommer A., Herold A., Berg E. S3-Leitlinie: Rectovaginal Fisteln // Coloproctology. – 2012. – Vol. 34. – P. 211–246.

9. Грошилин В.С. Оптимизация выбора метода операции при ректовагинальных свищах / В.С. Грошилин, Е.В. Чернышова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2016. – № 1(57). – С. 132–136.

10. Клинические рекомендации. Колопроктология. Ректовагинальные свищи / Под редакцией Ю.А. Шелыгина. – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2015. – С. 108–125.

11. Черкасов М.Ф. Преимущества оригинального метода хирургического лечения сложных ректальных свищей / М.Ф. Черкасов, В.С. Грошилин, Д.М. Черкасов, Ю.М. Старцев С.Г. Меликова, К.М. Галашокян // Колопроктология. – 2017. – № 3 (61). – С.46–47.

12. Lee S.G., Lee Y.S., Song S.Y., Lee W.J., Lee D.W. Double-Sided Folded Internal Pudendal Artery Perforator Flap for the Repair of a Recurrent Rectovaginal Fistula // Archives of Plastic Surgery. – 2017. – № 27. https://doi.org/10.5999/aps.2017.00269.

13. Бапиев Т.А. Ректовагинальные свищи-перспективы хирургического лечения / Т.А. Бапиев, Э.Ш. Султанов // Вестник хирургии Казахстана. – 2012. – № 2. – С. 50–54.

УДК 612.017.1:575.174.015.3(470.6)

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ (HLA-A, -B, -C, -DRB1, -DQB1) ПОПУЛЯЦИИ ОСЕТИН СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Кузьминова Е.П., Чапова Р.С., Хамаганова Е.Г.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, e-mail: kotvanka@mail.ru

Популяция осетин Владикавказа представляет собой уникальную народность, предками которой по некоторым данным могут являться представители скифо-сарматского племени аланов. В данной работе представлены частоты встречаемости генов локусов HLA-A, -B, -C, -DRB1, -DQB1 среди осетин. Наиболее распространенными аллелями в локусе HLA-A оказались аллели A*02 (частота встречаемости 0,238), *30 (0,129), *01 (0,121) и *03 (0,117), *24 (0,1), в локусе HLA-B – B*49 (0,154), B*51 (0,129), B*07 (0,096), B*13 (0,075), в локусе HLA-C – HLA-C*07 (частота встречаемости 0,421), C*06 (0,158) и *04 (0,083). Среди аллелей генов HLA II класса преобладали HLA-DRB1*13 (0,217) и *11 (0,196), HLA-DQB1*06 (0,333) и *03 (0,304). Популяция осетин Владикавказа сочетает в себе черты как европейских, так и азиатских популяций. В качестве отличительной особенности осетин можно выделить высокую частоту аллелей HLA-B*49 и HLA-DRB1*13, что делает их уникальными не только среди соседних по географическому положению народов, но и выделяет их среди мировых популяций.

Ключевые слова: осетины, частота встречаемости аллеля, HLA, популяция

IMMUNOGENETIC PROFILE (HLA-A, -B, -C, -DRB1, -DQB1) OF THE OSSETIANS IN NORTH CAUCASUS

Kuzminova E.P., Chapova R.S., Khamaganova E.G.

National Research Center for Hematology, Moscow, e-mail: kotvanka@mail.ru

The population of the Ossetians from Vladikavkaz is a unique nationality, the ancestors of which, according to some information, can be the Scythian-Sarmatian tribe of the Alans. In this report are presented the frequencies of the genes of HLA-A, -B, -C, -DRB1, -DQB1 loci among Ossetians. The most common alleles in the HLA-A locus were the alleles A*02 (frequency 0.238), *30 (0.129), *01 (0.121) and *03 (0.117), *24 (0.1), in the locus HLA-B – B*49 (0.154), B*51 (0.129), B*07 (0.096), B*13 (0.075), HLA-C locus HLA-C*07 (frequency 0.421), C*06 (0.158) and *04 (0.083). Among the alleles of the HLA class II genes, HLA-DRB1*13 (0.217) and *11 (0.196), HLA-DQB1*06 (0.333) and *03 (0.304) prevailed. The high frequency of HLA-B*49 and HLA-DRB1*13 alleles can be distinguished as a distinguishing feature of Ossetians, which makes them unique not only among their geographically neighbors, but also unique among the world's major populations.

Keywords: ossetians, allele frequency, HLA, population

Этническая группа, представляющая жителей Северной Осетии, является в какой-то степени уникальной. Достаточно долгое время ведется множество дискуссий по поводу ее происхождения и о том, могут ли осетины Северного Кавказа претендовать на статус прямых потомков алан и Аланского царства [1]. Аланы в свою очередь представляли собой ираноязычное кочевое племя скифо-сарматского происхождения, в письменных источниках упоминаются с 1 века нашей эры, времени их появления в Приазовье и Предкавказье. Учитывая все это, осетины могут являться уникальным и единственным сохранившимся реликтом североиранского (скифо-сарматского) языкового мира [2]. На сегодняшний день есть данные об анализе митохондриальной ДНК и Y-гаплогрупп у народов Северной и Южной Осетии, позволяющие строить предположения относительно вероятного происхождения осетин и их сходства или различия с другими популяциями [3]. Однако данных по частотам встречаемости генов гистосовместимости HLA, которые так же могли бы послужить источником для подобного рода размышлений, нет. Кроме того, в свете последних тенденций по расширению российских национальных регистров потенциальных доноров костного мозга требуется включение в них как можно большего количества человек различных национальностей. Исходя из всего вышесказанного, типирование такой уникальной народности, как осетины, по генам гистосовместимости HLA представляется особенно интересным.

Цель данной работы – оценить частоты встречаемости генов HLA-A, -B, -C, -DRB1 и -DQB1 у осетин Северного Кавказа.

Материалы и методы исследования

Для исследования были привлечены потенциальные доноры костного мозга регистра ФГБУ ГНЦ МЗ РФ, рекрутированные в период с октября по ноябрь 2016 года. Исследуемая выборка представлена 120 здоровыми донорами. Все доноры проживают в г. Владикавказе Северной Осетии, являются осети-

нами в третьем поколении. В качестве материала для исследования использовали венозную кровь, взятую в пробирки с 0,5 % раствором ЭДТА. Выделение ДНК проводили на приборе NorDiag Arrow с использованием соответствующих наборов Blood DNA 200 и 500 Extraction Kit (NorDiag, Норвегия). Типирование по 5 локусам генов HLA проводили методом PCR-SSO на платформе Luminex с использованием наборов Lifecodes HLA-A/B/C/DRB1/DQA1, DQB1 SSO Typing Kit (Immucor, США). Результаты типирования по локусу HLA-DQA1 в данной работе не представлены. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Arlequin 3.5 для оценки частот аллелей методом максимального правдоподобия с помощью алгоритма максимизации ожидания для данных. Соответствие наблюдаемого распределения аллельных вариантов равновесию Харди – Вайнберга так же определялось в компьютерной программе Arlequin 3.5. Филогенетическая дендрограмма была создана с применением программы PHYLIP, на основе частот аллелей и подсчета генетических расстояний, вычисленных по Нею [4].

Результаты исследования и их обсуждение

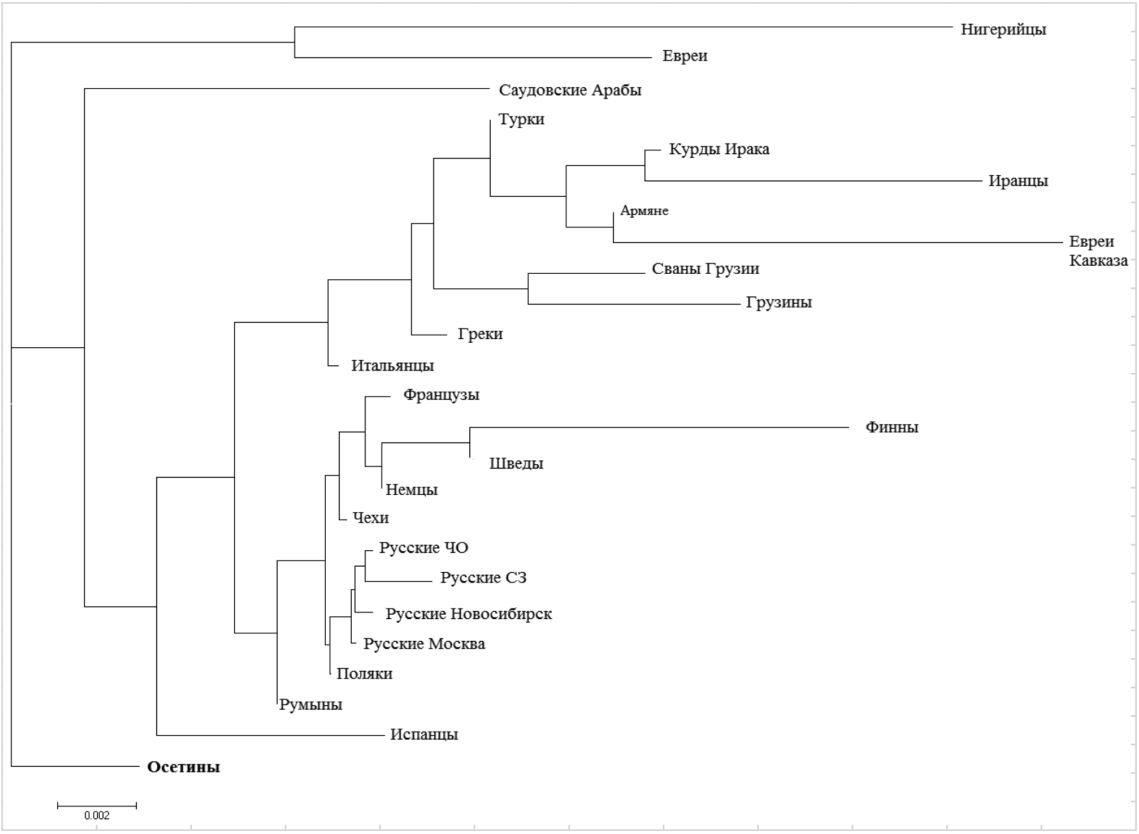
В ходе данного исследования в локусах HLA-A, -B и -C в популяции осетин было выявлено 14, 19 и 13 аллельных групп соответственно. В локусах HLA-DRB1 и –DQB1 выявлено 12 и 5 аллельных групп. Согласно закону Харди – Вайнберга популяция доноров Северной Осетии находится в равновесии по всем локусам, кроме HLA-DQB1. Возможно, это связано с немногочисленной выборкой в нашем исследовании.

Наиболее распространенными аллелями у осетин в локусе A оказались A*02 (частота встречаемости 0,238), *30 (0,129), *01 (0,121) и *03 (0,117), *24 (0,1). Большинство наблюдаемых значений частот в локусе A у осетин представляет собой промежуточные значения между европейскими и азиатскими популяциями. Так, высокая частота аллеля A*02 является признаком типично европейской популяции, в то время как высокая частота A*30 встречается в основном среди азиатов (в том числе у иранских народов) и у представителей африканского континента. Однако в некоторых европейских популяциях так же имеются схожие с популяцией осетин данные по частоте встречаемости аллеля A*30 (напр., Spain Murcia [5]). В нашем исследовании в выборке осетин не встретились следующие аллели из локуса HLA-A: A*34, *36, *43, *69, *74, *80, не характерные для европейцев.

Частота генов HLA-A, -B, -C, -DRB1, -DQB1 в популяции осетин

Аллель	Количество	Частота аллеля	Аллель	Количество	Частота аллеля	Аллель	Количество	Частота аллеля
HLA-A			B*38	11	0,046	**HLA-DRB1**		
A*01	28	**0,121**	B*39	3	0,013	DRB1*01	12	0,050
A*02	57	**0,238**	B*40	10	0,042	DRB1*03	30	**0,125**
A*03	28	0,117	B*44	13	0,054	DRB1*04	17	0,071
A*11	11	0,046	B*48	1	0,004	DRB1*07	30	**0,125**
A*23	7	0,029	B*49	**39**	**0,163**	DRB1*08	7	0,029
A*24	24	0,100	B*50	15	0,063	DRB1*10	2	0,008
A*25	4	0,013	B*51	**31**	**0,129**	DRB1*11	47	**0,196**
A*26	9	0,038	B*55	1	0,004	DRB1*12	1	0,004
A*30	31	**0,129**	B*57	3	0,013	DRB1*13	52	**0,217**
A*31	5	0,021	**HLA-C**			DRB1*14	7	0,029
A*32	21	0,088	C*01	1	0,004	DRB1*15	30	**0,125**
A*33	2	0,008	C*02	14	0,058	DRB1*16	5	0,021
A*66	2	0,008	C*03	11	0,046	**HLA-DQB**		
A*68	11	0,046	C*04	**20**	**0,083**	DQB1*02	56	**0,233**
HLA-B			C*05	5	0,021	DQB1*03	73	**0,304**
B*07	23	**0,096**	C*06	**38**	**0,158**	DQB1*04	4	0,017
B*08	16	0,067	C*07	**101**	**0,421**	DQB1*05	27	0,113
B*13	18	**0,075**	C*08	2	0,008	DQB1*06	80	**0,333**
B*14	1	0,004	C*12	19	0,079			
B*15	11	0,046	C*14	9	0,038			
B*18	17	0,071	C*15	7	0,029			
B*27	7	0,029	C*16	11	0,046			
B*35	17	0,071	C*17	2	0,008			
B*37	3	0,013						

Примечание. Жирным шрифтом выделены наиболее частотные варианты.



Дендрограмма генетических расстояний, построенная на основе частот генов HLA-A, -B, -DRB1 в популяции осетин и некоторых мировых популяций

В локусе HLA-B наиболее частотным оказался аллельный вариант B*49 (0,154), что является отличительной особенностью осетин (как представителей народов Кавказа), далее следует B*51 (0,129), B*07 (0,096), B*13 (0,075). Аллель B*49 с высокой частотой встречается у израильско-эфиопских евреев (0,187), камерунского народа Бамилеке (0,143, AF), в Руанде (0,116) и Армении (0,095) [5, 6]. То есть B*49 прежде всего характерен для населения регионов Южной Азии и части африканского континента. Повышенные частоты встречаемости B*13 и B*51 также более всего характерны для азиатских популяций. В исследуемой выборке аллели HLA-B*41, *42, *45, *46, *47, *52, *53, *54, *56, *58, *59, *67, *73, *78, *81, *82 не были нами обнаружены.

Локус C у осетин характеризуется преобладанием аллеля HLA-C*07 (частота встречаемости 0,421). Далее по частоте следуют C*06 (0,158) и *04 (0,083). Преимущественный перевес в частоте встречаемости аллеля C*07 в локусе HLA-C характерен для большинства мировых популяций (таблица). Низкочастотный для европейских популяций вариант HLA-C*18 в исследуемой выборке осетин не был выявлен.

При оценке частот встречаемости генов HLA II класса наиболее распространенными среди осетин оказались аллельные варианты HLA-DRB1*13 (0,217) и *11 (0,196), HLA-DQB1*06 (0,333) и *03 (0,304). Довольно высокая частота аллеля DRB1*13 является отличительной чертой осетин, в особенности по сравнению с европейскими популяциями, где данный аллель встречается в полтора раза реже. Ближе всего по частоте встречаемости аллеля DRB1*13 к осетинам оказались арабы Туниса (0,21), сваны Грузии (0,175) [5]. Наиболее редкими вариантами генов HLA II класса среди осетин оказались HLA-DRB1*10, *12 и HLA-DQB1*04. Вариант HLA-DRB1*09 не встретился в нашем исследовании ни разу. Это в общем-то не вызывает удивления, поскольку данный аллельный вариант, характерный для некоторых азиатских популяций, встречается в других мировых популяциях с довольно низкой частотой, и небольшой размер нашей выборки, вероятно, просто не позволил его уловить.

На основе частот аллелей локусов HLA-A, -B и -DRB1 был проведен анализ генетического родства некоторых мировых популяций с исследуемой группой. По данным о генетических расстояниях была построена дендрограмма (рисунок).

В качестве групп сравнения были выбраны следующие популяции: этнические группы России – русские Москвы [7], русские ЧО (Челябинской области) [8], русские Новосибирска [9], русские СЗ (Северо-Запада России) [5], популяции стран Средиземноморья и Юго-Западной Азии – евреи (Israel Ethiopia Jews), саудовские арабы (Saudi Arabia) [5], турки [10], иранцы [11], евреи Кавказа (Israel Kavkazi Jews), сваны Грузии (Georgia Svaneti Region Svan), греки (DKMS Greece minority), итальянцы (DKMS Italian minority), испанцы (Spain Murcia) [5], курды Ирака [12], армяне [6], грузины [2], популяции Европы – поляки [13], немцы (Germany pop6), шведы (Swedes), финны (Finnes), французы (French pilot study on Bone Marrow Registry), румыны (DKMS Romania minority) и нигерийцы (Nigerians) [5].

Как видно на представленной дендрограмме, популяция осетин имеет довольно обособленное положение не только относительно других популяций Российской Федерации, но и относительно остальных мировых популяций, что разумеется связано как с особенностями территориального проживания, так и этногенеза исследуемой группы. Наименьшее генетическое расстояние из рассматриваемых популяций осетины показывают с итальянцами (генетическое расстояние по Нею 1,08), румынами (1,12) и чехами (1,2). Из популяций Юго-Западной Азии ближе всего осетины оказались к туркам (1,23). Наибольшие значения генетических расстояний осетины имеют с финнами (3,26), евреями Кавказа (3,31) и нигерийцами (3,07). Осетины оказались весьма удалены от других кавказских популяций, включенных в сравнение (армян, грузин, сванов, евреев Кавказа).

Заключение

Таким образом, популяция осетин действительно представляет собой уникальную этническую группу, сочетающую в себе черты как азиатских, так и европейских популяций. Об этом свидетельствует наличие в генотипах осетин одновременно таких аллельных вариантов, как A*02 и A*30, B*07 и B*51, B*49, которые встречаются у них с довольно высокой частотой. Кроме того, популяция осетин обладает своими индивидуальными, присущими только ей чертами. К сожалению, в доступных источниках нет данных о распределении частот генов HLA у соседних по географическому положению популяций, таких как ингуши, карачаевцы, черкесы, кабардинцы. Поэтому на сегодняшний день трудно судить, можно ли выявленные особенности считать уникальными для осетин или они характерны и для других народов Северного Кавказа. Так, отличительной чертой осетин является высокая частота аллелей B*49 и DRB1*13, выделяющая ее среди остальных этнических групп Юго-Западной Азии и Кавказа. Возможно, именно эти особенности являются результатом влияния на становление иммуногенетического профиля осетин Северного Кавказа древнего племени алан. Данные о частотах встречаемости аллелей генов HLA среди осетин могут стать интересной базой для дальнейшего исследования этногенеза популяций Северного Кавказа, кроме того могут быть использованы для проведения научных исследований в области связи генов системы HLA с предрасположенностью к различным заболеваниям. Обладая своими индивидуальными особенностями популяция осетин представляет собой уникальный материал для включения в региональный регистр потенциальных доноров костного мозга, поскольку наличие в регистре представителей с такими уникальными генотипами повышает шанс нахождения неродственного донора для пациентов с редкими HLA-генотипами. Несомненно, требуются дальнейшие исследования в этой области для расширения знаний об иммуногенетическом профиле как популяции осетин, так и других народностей, проживающих на территории Российской Федерации.

Список литературы

1. Семенов Б. Битва за аланское наследие. Осетины, ингуши, карачаевцы. Информационно-аналитический портал On Kavkaz [Электронный ресурс]. – URL: https://onkavkaz.com/news/638-bitva-za-alanskoe-nasledie-osetiny-ingushi-karachaevcy.html (дата обращения: 20.11.2017).

2. HLA in Georgians (Caucasus) and their relationship with Eastern Mediterraneans / D. Rey, C. Areces, J. Alonso-Rubio, M. Enrıquez-de-Salamanca, S. Abd-El-Fatah-Khali et al. // Mol Biol Rep. – 2013. – 40. – P. 5523–5530.

3. Genetic Evidence Concerning the Origins of South and North Ossetians / I. Nasidze, D. Quinque, I. Dupanloup, S. Rychkov, O. Naumova, O. Zhukova, M. Stoneking // Annals of Human Genetics. – 2004. – 68. – P. 588–599.

4. PHILIP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://evolution.gs.washington.edu/phylip.html (дата обращения: 20.11.2017).

5. Allele Frequency Net Database. URL http://www.allelefrequencies.net (дата обращения: 20.11.2017).

6. HLA-A, HLA-B, and HLA-DRB1 allele distribution in a large Armenian population sample L. Matevosyan, S. Chattopadhyay, V. Madelian, S. Avagyan, M. Nazaretyan1 et al. // Tissue Antigens. – 2011. – Vol. 78. – P. 21–30.

7. HLA-A*/B*C*/DRB1*/DQB1*-гены и гаплотипы у доноров костного мозга регистра ФГБУ «Гематологический научный центр» Минздрава России, самоопреде-

лившихся как русские / Е.Г. Хамаганова, Е.П. Кузьминова, Р.С. Чапова, Т.В. Гапонова, В.Г. Савченко // Гематология и трансфузиология. – 2017. – № 62(2). – С. 65–70.

8. Иммуногенетический профиль (HLA-A, HLA-B, HLA-C, HLA-DRB1, HLA-DQB1) популяции русских Челябинской области. / Т.А. Суслова, М.Н. Вавилов, Д.С. Сташкевич, С.В. Беляева и др. // Гематология и трансфузиология. – 2015. – Т. 60, № 3. – С. 28–35.

9. Генетические особенности доноров гемопоэтических стволовых клеток, проживающих в Новосибирске / М.А. Логинова, И.В. Парамонов, К.В. Хальзов, Ю.В. Моор // Клиническая лабораторная диагностика. – 2016. – № 61(7). – С. 422–428.

10. HLA alleles and haplotypes in the Turkish population: relatedness to Kurds, Armenians and other Mediterraneans / A. Arnaiz-Villena, M. Karin, N. Bendikuze E. Gomez-Casado J. Moscoso C. Silvera F.S. Oguz A. Sarper Diler A. de Pacho L. Allende J. Guillen J. Martinez Laso // Tissue Antigens. – 2001. – 57. – P. 308–317.

11. The Association of HLA-Class I and Class II with Hodgkin's Lymphoma in Iranian Patients / A. Sayad, M.T. Akbari, M. Mehdizadeh, A. Movafagh, A. Hajifathali // BioMed Research International. – 2014. – Vol. 2014. – P. 1–5.

12. Genetic HLA Study of Kurds in Iraq, Iran and Tbilisi (Caucasus, Georgia): Relatedness and Medical Implications / A. Arnaiz-Villena, J. Palacio-Gruber, E. Muniz, C. Campos, et al. // PLoS One. – 2017. – 12(1) – P. 1–11.

13. High-resolution human leukocyte antigen allele and haplotype frequencies of the Polish population based on 20,653 stem cell donors. A.H. Schmidt, U.V. Solloch, J. Pingel, D. Baier, I. Bohme, K. Dubicka et al. // Hum Immunol. – 2011. – Jul, 72(7). – P. 558–65.

УДК 616.711-007-053.1-07:575.1

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ВЫЯВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ТЕЧЕНИЯ ВРОЖДЕННОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

Хальчицкий С.Е., Согоян М.В., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Кокушин Д.Н., Филиппова А.Н.

ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: turner01@mail.ru

Проведен анализ полиморфизма генов детоксикации (CYP1A1, CYP1A2, GSTT1, GSTP1, GSTM1, NAT2) и генов репарации ДНК (XRCC1 и XRCC3) у детей с тяжелыми врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника методом секвенирования для выявления маркеров формирования и прогрессирующего характера течения искривления позвоночного столба на ранних этапах жизни ребенка. Получен большой массив данных различных сочетаний мутантных аллелей генов детоксикации и репарации ДНК у детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника. Выявленные сочетания полиморфизма исследуемых генов сопоставлялись с результатами клинической картины. У всех пациентов с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника отмечались мутационные изменения в аллелях кандидатных генов. В ходе работы установлено, что выраженность и количество мутационных аллелей в исследуемых генах напрямую зависит от тяжести деформации и вариабельности аномалий развития позвонков. Кроме того, определено, что у пациентов с множественными и комбинированными пороками развития позвоночника отмечается наличие большего количества мутаций генов детоксикации и репарации ДНК по сравнению с детьми с изолированными аномалиями развития позвонков. Полученные результаты исследования позволяют предполагать характер течения врожденной деформации позвоночника у пациентов раннего возраста.

Ключевые слова: молекулярно-генетический анализ, врожденный сколиоз, полупозвонок, нарушение сегментации, дети

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF CRITERIA FOR THE PROGRESSIVE COURSE OF CONGENITAL SPINAL DEFORMITY IN CHILDREN OF EARLY AGE (PRELIMINARY RESULTS)

Khalchitskiy S.E., Sogoyan M.V., Vissarionov S.V., Baindurashvili A.G., Kokushin D.N., Filippova A.N.

Federal State Budgetary Institution (FSBI) The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics under the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint-Petersburg, e-mail: turner01@mail.ru

The analysis of the polymorphism of detoxification genes (CYP1A1, CYP1A2, GSTT1, GSTP1, GSTM1, NAT2) and DNA repair genes (XRCC1 and XRCC3) in children with severe congenital deformities of thoracic and lumbar spine with a sequencing method to identify markers of formation and progressive nature of the flow curvature of the spine in the early stages of a child's life. The resulting large dataset of various combinations of mutant alleles of genes of detoxification and DNA repair in children with congenital deformities of thoracic and lumbar spine. The identified combinations of polymorphisms of studied genes was compared with the results of a clinical picture. All patients with congenital deformities of thoracic and lumbar spine was observed mutational changes in alleles of candidate genes. In the course of this work revealed that the severity and number of mutational alleles in the analyzed genes directly depends on the severity of strain and the variability of anomalies of the vertebrae. In addition, it is determined that in patients with multiple and combined congenital abnormality of the spine noted the presence of a larger number of mutations in genes of detoxification and DNA repair, compared with children with isolated developmental anomaly of the vertebrae. The obtained results suggest the nature of the course of congenital spinal deformity in patients early age.

Keywords: molecular genetic analysis, congenital scoliosis, hemivertebrae, failure of segmentation, children

Хирургическому лечению детей с врожденной деформацией позвоночника посвящено достаточное количество работ в отечественной литературе. В этих исследованиях доказан и утвержден постулат, что оперативное лечение данных аномалий развития позвоночного столба показано в раннем возрасте – до 3 лет [1–4]. Одновременно с этим известно, что только около 50 % врожденных деформаций позвоночника прогрессируют в процессе роста и развития ребенка и именно поэтому требуют оперативного лечения [1]. С учетом вышеизложенного очень важно определить и предсказать: каким образом поведет себя врожденная деформация позвоночника, выявленная на первом году жизни ребенка. Одной из важнейших задач в этой ситуации

является создание комплекса диагностических мероприятий у пациентов с тяжелыми врожденными деформациями позвоночника, основанных на картине клинических и лучевых исследований, а также разработка диагностической панели на основании данных молекулярно-генетических и биохимических критериев.

Данная задача перед исследователями ставится впервые, в мировой и отечественной научной литературе имеются лишь единичные публикации, исследующие связь дефектов генома с определенными врожденными деформациями позвоночника. При планировании работ в этой области мы опираемся на известные факты предыдущих исследований, которые требуют более детальной и тщательной проработки. При анализе наиболее значительных дефектов генома (хромосомные аберрации) было выявлено, что микроделеции в области хромосом 17q21.31 [5], 16p11.2 [6] приводят к врожденным деформациям и повреждениям позвоночного столба. В этой ситуации интересно отметить, что в области делеции 16p11.2 находится ген *TBX6*, который является членом семейства генов T-box – транскрипционных факторов, регулирующих, в частности, сомитогенез и онтогенез позвоночника. Ген *TBX6* в этом процессе играет важнейшую роль, и его полная или частичная инактивация приводит к тяжелым врожденным деформациям позвоночника [7]. В случае, если ген *TBX6* находится в области делетированного участка 16 хромосомы, то наряду с врожденными деформациями позвоночника у пробанда диагностируется еще ряд врожденных аномалий, образующих группу сцепления. В частности, в области делеции 16p11.2 находятся гены *PRRT2*, *KCTD13*, недостаточность которых вызывает когнитивные расстройства, отставание в развитии, явления дискинезии и судороги. Таким образом, если врожденные деформации позвоночника вызваны микроделеционными явлениями, они неизбежно будут сопровождаться рядом сопутствующих синдромов [8, 9]. Выявлены также факты, что точковые мутации в гене *TBX6*, такие как однонуклеотидные замены (SNP), тоже могут являться причиной формирования врожденных деформаций позвоночника [10]. Еще в одной работе при обследовании 127 больных врожденным сколиозом подтверждено, что однонуклеотидные замены в гене *TBX6* связаны с врожденным искривлением позвоночного столба [11]. Одновременно с этим ряд исследователей утверждает, что врожденный сколиоз является полигенным заболеванием [4]. В ходе сомитогенеза три основных пути передачи сигналов (Notch, FGF и Wnt) составляют модель онтогенеза сегментации «segmentation clock–wave front», и в этой ситуации многие гены также связаны с *TBX6*. Следовательно, мутации в *TBX6* и взаимосвязанных с ним генах могут приводить к нарушению сомитогенеза и в результате формировать врожденные деформации позвоночника. Кроме того, некоторые авторы показывают, несмотря на то, что ген *TBX6* играет важную роль в период сомитогенеза, невозможно игнорировать роль других генов.

В настоящее время наиболее приемлемые методы идентификации генетической этиологии врожденных деформаций позвоночника основаны на анализе ДНК массивов SNP или технологии секвенирования нового поколения. Однако до настоящего времени нет доказательств того, что ДНК, выделенная из периферических клеток крови, способна восстановить картину формирования и развития позвонков во время сомитогенеза. Для этого необходимо применить более глубокие исследования, анализирующие деформированные и нормальные ткани.

При исследовании факторов внешней среды было показано, что возникновение врожденных деформаций позвоночника может быть связано с различными тератогенными воздействиями во время беременности, включая употребление алкоголя, приема противосудорожных препаратов, включая вальпроевую кислоту [12], наличие гипертермии [13], материнский инсулинзависимый сахарный диабет [14] и гестационный диабет [15]. Воздействие фенитоина во время беременности также было связано с формированием врожденных деформаций. Однонуклеотидные полиморфизмы (SNPs) в гене GLUT1 и других генах, участвующих в метаболизме глюкозы (HK1 иLEPR), могут быть связаны с врожденными пороками позвоночника, наблюдаемыми при диабетической эмбриопатии. Врожденные сколиозы наблюдались при воздействии I (Kr)-блокаторов (антиаритмический агент класса III), фумонизинов (экологические токсины, продуцируемые Fusarium moniliforme, F. verticilliodes, F. proliferatum и других видов плесневого гриба фузариума), при дефиците цинка в диете, а также при контакте с фосфорорганическим пестицидом хлорпирифос во время беременности [16].

Изменения в экспрессии HOX-генов, которые играют важную роль в позиционной специфичности позвонков, находятся под влиянием концентрации монооксида углерода [17] и борной кислоты [18]. Курение во время беременности связано с низким

весом при рождении, нарушениями развития, что может быть объяснено избытком монооксида углерода, токсически влияющим на плод. Аноксическое повреждение сомитов и реактивные формы кислорода, присутствующие в табачном дыму, потенциально способствуют развитию врожденных деформаций позвоночника. О роли генетики в возникновении врожденного сколиоза говорит тот факт, что это заболевание встречается у монозиготных и дизиготных близнецов в совокупности с другими врожденными пороками развития [19, 20]. Возможным механизмом в этом процессе являются эпигенетические факторы, характеризующиеся аномальным метилированием [21]. Учитывая, что тератогенные факторы внешней среды могут играть существенную роль в возникновении врожденных деформаций позвоночника, в качестве первого шага в комплексной программе генетических исследований у данной группы детей, проведено исследование ряда полиморфных вариантов генов детоксикации и репарации ДНК, которые способствуют ослаблению защиты организма и приводят к нарушению онтогенеза позвоночника.

Целью данной работы явился анализ полиморфизма генов детоксикации и репарации у детей с врожденными деформациями позвоночника методом секвенирования для выявления маркеров формирования и прогрессирующего характера течения искривления позвоночного столба на ранних этапах жизни ребенка.

Материалы и методы исследования

Проведено клиническое и лучевое обследование 200 детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника в возрасте от 1 года 2 месяцев до 16 лет, которые подверглись оперативному лечению в НИДОИ им. Г.И. Турнера. В структуре врожденных искривлений позвоночного столба встречались разнообразные аномалии развития позвонков – нарушения формирования (боковые и заднебоковые полупозвонки, задние и боковые клиновидные позвонки), нарушение слияния (асимметричные бабочковидные позвонки), нарушение сегментации позвонков (блокирование боковых поверхностей и передних поверхностей тел позвонков) и синостоз ребер. У всех пациентов отмечалась тяжелая деформация грудного и поясничного отделов позвоночника на фоне пороков развития позвонков и ребер, им было показано хирургическое лечение.

У 8% детей в структуре сопутствующих врожденных аномалий развития других органов и систем встречались атрезия пищевода, трахео-пищеводный свищ, аплазия почки, атрезия ануса, врожденная полная расщелина верхней губы, врожденный порок развития трахеобронхиального дерева, гипоплазия легкого, врожденный порок сердца и др. Эти данные полностью подтверждаются результатами литературных источников, в которых подчеркивается, что у большинства пациентов с врожденными деформациями позвоночника отмечается сочетание с пороками развития других внутренних органов и систем, что обусловлено хромосомными аберрациями в группе сцепления с другими генами.

В ходе молекулярно-генетического исследования проведен анализ полиморфизма генов первой и второй фазы детоксикации (CYP1A1, CYP1A2, GSTT1, GSTP1, GSTM1, NAT2), а также генов репарации ДНК (XRCC1 и XRCC3).

Ген CYP1A1 кодирует цитохром P450 1A1, монооксигеназу печени, который является ферментом первой фазы детоксикации ксенобиотиков и отвечает за метаболизм некоторых психотропных лекарственных препаратов и алкоголя. Синтез CYP1A1 индуцируется полиароматическими углеводородами (в том числе содержащимися в табачном дыме), которые превращаются в канцерогенные производные. При носительстве мутантного аллеля синтезируется фермент с повышенной индуктивностью, что приводит к ускорению метаболизма вышеуказанных лекарственных препаратов и усилению чувствительности к мутагенному и канцерогенному действию табачного дыма, что может вызывать мутации эмбриона у курящих матерей.

Ген NAT2 кодирует N-ацетилтрансферазу 2, один из ферментов второй фазы системы детоксикации, которая осуществляет N-ацетилирование (обычно дезактивация) ароматических и O-ацетилирование (обычно активация) гетероциклических аминов, к которым относятся многие канцерогены и некоторые лекарственные препараты, поддерживающие целостность генома. При носительстве двух «медленных» аллелей гена NAT2 продуцируется фермент с пониженной активностью, вследствие чего повышена чувствительность организма к воздействию ароматических аминов, являющихся мутагенами и канцерогенами.

Кроме того, что «медленные аллели» локуса NAT2 способствуют повышению чувствительности к мутагенам, определенные сочетания полиморфных вариантов генов детоксикации могут значительно усугублять токсическое воздействие таких мутагенов и канцерогенов, как ариламины и гетероциклические амины. В частности, такое исследование было проведено (Probst et al., 1992), когда анализировалась взаимосвязь генов NAT и CYP1A2 в метаболизме гетероциклических аминов пищевого происхождения. Эти группы аминов, так же, как и амины промышленного происхождения под действием P450 монооксигеназ, в частности CYP1A2, образуют токсические NO-группы взамен аминогрупп (Boobis et al., 1994). NO-группы за счет своей высокой активности могут непосредственно вступать в реакцию с ДНК или метаболизировать, подвергаясь O-ацетилированию по действием ферментов ацетилтрансфераз. Ацетилированные продукты также могут реагировать с ДНК, вызывая мутагенез и канцерогенез. Различные ацетилтрансферазы в разной степени активируют гетероциклические амины, которые обладают разной способностью вызывать разрывы ДНК. Кроме того, определенные полиморфные сочетания CYP1A2 и NAT2 значительно усиливали степень повреждения ДНК, что подтверждает гипотезу о том, что люди с определенным сочетанием полиморфизмов этих генов наиболее подвержены воздействию мутагенов и канцерогенов. Дальнейшее исследование взаимодействий различных полиморфных локусов генов детоксикации может выявить новые особенности функционирования этой системы.

Гены GSTM1 и GSTP кодируют m-глутатионS-трансферазу и p-глутатионS-трансферазу соответственно, являющиеся ферментами второй фазы системы детоксикации гидрофобных и электрофильных ксенобиотиков и канцерогенов (лекарств, токсинов, продуктов окислительного стресса при воздействии УФ-лучей, тяжелых металлов), который осуществляет их превращение из активных метаболитов в нетоксичные водорастворимые компоненты и предотвращает, таким образом, разрушение ДНК.

При делеции гена GSTM1 соответствующий фермент не продуцируется, вследствие чего повышена чувствительность к воздействию канцерогенов и токсинов, особенно на фоне курения. При этой ситуации может повышаться уровень продукции иммуноглобулина Е и гистамина под влиянием выхлопных газов и аллергенов, особенно при совместном носительстве варианта 105Ile гена GSTP1. При делеции гена GSTM1 увеличен риск развития онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний, репродуктивных патологий, атопий и других заболеваний. При делеции гена GSTM1 возможны эндометриоз, различные патологии беременности, приводящие к нарушению эмбриогенеза и врожденным порокам развития позвоночника.

Ген GSTT1 кодирует аминокислотную последовательность фермента тета-1 глутатион S-трансферазы, который содержится в эритроцитах и участвует в очистке организма от многих ксенобиотиков (в частности, хлорметанов и других промышленных канцерогенов). В случае делеции гена GSTT1 фермент тета-1 глутатион S-трансфераза не образуется, в результате чего способность организма избавляться от некоторых вредных соединений значительно снижается.

При вариантах 105Val и 114Val продуцируется фермент с пониженной активностью, вследствие чего повышена чувствительность к воздействию мутагенов и токсинов, особенно на фоне курения. В этой ситуации может повышаться уровень продукции иммуноглобулина Е и гистамина под влиянием выхлопных газов и аллергенов, особенно при совместном носительстве варианта Del/Delгена GSTM1.

Ген XRCC1 участвует в эффективном восстановлении однонитевых разрывов ДНК, образованных воздействием ионизирующего излучения и алкилирующих агентов. XRCC1 является геном, играющим основную роль в защите клеток от ионизирующего излучения и метилирующих агентов. Белковый продукт гена XRCC1 входит в семейство белков, контролирующих клеточный цикл и обеспечивающих стабильность генома. В структурной части гена XRCC1 был выявлен олигонуклеотидный полиморфизм Arg399Gln. Кодон 399 находится в пределах функционально важной области BRCT-I. Эта область участвует в формировании комплекса ферментов, репарирующих ДНК. Замена аргинина на глицин в структурной части приводит к изменению конформации белка и снижению его репарирующей активности.

Ген XRCC3 участвует в гомологичной рекомбинации для поддержания стабильности хромосом и восстановления повреждения ДНК.

Исследовались делеции генов GSTM1и GSTT1, однонуклеотидные замены в генах GSTP1, NAT2, CYP1A1, XRCC1, XRCC3, однонуклеотидная делеция в гене CYP1A2. Исследования проводились с помощью метода полимеразной цепной реакции с последующей детекцией результатов на электрофорезе в полиакриламидном геле.

Результаты исследования и их обсуждение

В клинической картине у всех пациентов отмечалась деформация грудного и/или поясничного отделов позвоночника различной величины искривления. Наблюдались асимметрия надплечий, треугольников талии, разная высота стояния углов лопаток. У пациентов с локализацией аномальных позвонков в поясничном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника искривление позвоночного столба сочеталось с перекосом таза. Нарушений чувствительности и двигательной активности со стороны верхних и нижних конечностей у пациентов не отмечалось. Картина лучевого обследования (рентгенография и КТ позвоночника) позволила определить вариант аномалии развития позвонков, их локализацию в грудном и поясничном отделах, величину дуги искривления, а также уточнить характер костных изменений в телах позвонков в результате порока.

Установлено, что мутация 2464delT в гене *CYP1A2* в большинстве случаев связана с врожденным сколиозом на фоне нарушения формирования и слияния позвонков.

Среди обследованных пациентов с врожденными деформациями позвоночника количество детей с делецией гена *GSTM1* составляло 56,5%. Это достоверно выше, чем в различных российских популяциях, где делеция гена *GSTM1* составляет 20–40%.

По анализу гена *GSTT1* его делеция среди больных с врожденным сколиозом составила 23%. В популяции русского населения европейской части России частота этого генотипа в среднем составляет 18% [22].

При анализе полиморфизма Ala114Val гена *GSTP1* у 100 детей с врожденным сколиозом были выявлены 2 ребенка с мутацией 114Val в гомозиготном состоянии, 18 гетерозиготных носителей мутации и 78 пациентов, гомозиготных по нормальному аллелю. В контрольной группе гомозиготы по мутантному аллелю, как правило, не встречаются [23, 24].

Распределение аллелей полиморфизма Arg399Gln гена эксцизионной репарации ДНК *XRCC1* достоверно не отличалось от контрольной группы, хотя процент гомозиготного мутантного аллеля у детей с врожденными деформациями позвоночника был выше.

По гену эксцизионной репарации ДНК *XRCC3* разница в распределении аллелей полиморфизма Thr241Met была более существенной. Так, среди пациентов с врожденным сколиозом содержание гомозиготного мутантного аллеля составило 12,7% (в контрольной группе – 8,33%), гетерозиготные

носители среди больных с врожденными деформациями составили 33,66% (в контрольной группе – 13,54%). Нормальные гомозиготы среди детей с врожденным сколиозом составляли 53,64% (в контрольной группе – 78,13%).

Заключение

В ходе проведенного исследования получен большой массив данных различных сочетаний мутантных аллелей генов детоксикации и репарации ДНК у детей с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника. Выявленные сочетания полиморфизма исследуемых генов сопоставлялись с результатами клинической картины. У всех пациентов с врожденными деформациями грудного и поясничного отделов позвоночника отмечались мутационные изменения в аллелях кандидатных генах. В ходе работы установлено, что выраженность и количество мутационных аллелей в исследуемых генах напрямую зависит от тяжести деформации и вариабельности аномалий развития позвонков. Кроме того, определено, что у пациентов с множественными и комбинированными пороками развития позвоночника отмечается наличие большего количества мутаций генов детоксикации и репарации ДНК по сравнению с детьми с изолированными аномалиями развития позвонков. Полученные результаты исследования позволяют предполагать характер течения врожденной деформации позвоночника у пациентов раннего возраста.

Работа выполнена по программе Союзного государства «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

Список литературы

1. Виссарионов С.В. Хирургическое лечение сегментарной нестабильности грудного и поясничного отделов позвоночника у детей: автореф. дис. … докт. мед. наук. Новосибирский НИИТО Росмедтехнологий. – Новосибирск, 2008. – С. 1–41.

2. Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков // Хирургия позвоночника. – 2013. – № 2. – С. 32–37.

3. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Картавенко К.А., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 3. – С. 33–37.

4. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., Мурашко В.В., Картавенко К.А. Оперативное лечение врожденной деформации грудопоясничного отдела позвоночника у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2013. – Т. 1, № 1. – С. 10–15.

5. Dornelles-Wawruk H. Pic-Taylor A., Rosenberg C., Krepischi A.C., Safatle H.P., Ferrari I. et al. Complex phenotype associated with 17q21.31 microdeletion // Mol. Syndromol. – 2013. – Vol. 4, № 6. – P. 297–301.

6. Miller D.T., Chung W., Nasir R, Shen Y., Steinman K.J., Wu B-L, Hanson E. 16p11.2 Recurrent Microdeletion [Электронный ресурс] // GeneReviews. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11167/ (Initial Posting: September 22, 2009; Last Update: December 10, 2015).

7. Chen W., Liu J., Yuan D., ZuoY., Liu Z. Liu S., Zhu O., Qiu G., Huang S., Giampietro P.F., Zhang F.,WuN.,Wu Z. Progress and perspective of TBX6 gene in congenital vertebral malformations // Oncotarget. – 2016. – Vol. 35, № 7. – P. 57430–57441.

8. Shimojima K., Inoue T., Fujii Y., Ohno K., Yamamoto T. A familial 593-kb microdeletion of 16p11. 2 associated with mental retardation and hemivertebrae // Eur J. Med Genet. – 2009. – Vol. 6, № 6. – P. 433–435.

9. Al-Kateb H., Khanna G., Filges I., Hauser N., Grange D.K., Shen J., Smyser C.D., Kulkarni S., Shinawi M. Scoliosis and vertebral anomalies: additional abnormal phenotypes associated with chromosome 16p11.2 rearrangement // AM J. Med Genet. 2014. – № 5. – P. 1118–1126.

10. Ghebranious N., Blank R.D., Raggio C.L., Staubli J., McPherson E., Ivacic L., Rasmussen K., Jacobsen F.S., Faciszewski T., Burmester J.K., Pauli R.M., Boachie-Adjei O., Glurich I., Giampietro P.F. A missense T (Brachyury) mutation contributes to vertebral malformations // J. Bone Miner Res. – 2008. – Vol. 23, № 10. – P. 1576–1583.

11. Fei Q., Wu Z., Wang H., Zhou X., Wang N., Ding Y., Wang Y., Qiu G. The association analysis of TBX6 polymorphism with susceptibility to congenital scoliosis in a Chinese Han population // Spine (Phila Pa 1976). – 2010. – Vol. 35, № 9. – P. 983–988.

12. Holmes L. B. Vertebral Anomalies: Hemivertebra // Common Malformations. – New York: Oxford University Press: 2012. – P. 283–289.

13. Breen J.G., Claggett T.W., Kimmel G.L., Kimmel C.A. Heat shock during rat embryo development in vitro results in decreased mitosis and abundant cell death // ReprodToxicol. – 1999. – № 13. – P. 31–39.

14. Alexander P.G., Tuan R.S. Role of environmental factors in axial skeletal dysmorphogenesis // Birth Defects Res C Embryo Today. – 2010. – Vol. 90, № 2. – P. 118–132.

15. Aberg A., Westbom L., Kallen B. Congenital malformation samong infants who semothers hadge stational diabetes or preexisting diabetes // Early Hum Dev. – 2001. – № 61. – P. 85–95.

16. Skold A.C., Wellfelt K., Danielsson B.R. Stage-specific skeletal and visceral defects of the I(Kr)-blocker almokalant: further evidence for teratogenicity via a hypoxia-related mechanism // Teratology. – 2001. – P. 292–300.

17. Farley F.A., Loder R.T., Nolan B.T., Dillon M.T., Frankenburg E.P., et al. Mouse model for thoracic congenital scoliosis // Journal of Pediatric Orthopedics. – 2001. – № 21 – P. 537–540.

18. Wery N., Narotsky M.G., Pacico N., Kavlock R.J., Picard J.J., Gofflot F. Defects in cervical vertebrae in boric acid-exposed rat embryos are associated with anterior shifts of hox gene expression domains. Birth Defects Res // A ClinMolTeratol. – 2003. – Vol. 67, № 1. – P. 59–67.

19. Kaspiris A., Grivas T.B., Weiss H.R. Congenital scoliosis in monozygotic twins: case report and review of possible factors contributing to its development // Scoliosis. – 2008. – № 3. – P. 17.

20. Corsello G., Piro E. The world of twins: an update // J. Matern Fetal Neonatal Med. – 2010. – № 3. – P. 59–62.

21. Nimitz EL, Feinberg AP. Epigenetics and assisted reproductive technology: a call for investigation // Am J. Hum Genet. – 2004. – № 74. – P. 599–609.

22. Хрунин А.В., Хохрин Д.В., Лимборская С.А. Полиморфизм генов глутатион-S-трансфераз в популяциях русского населения европейской части России // Генетика. – 2008. – Т. 44. – С. 1429–1434.

23. Невзорова В.А., Вахрушева С.Е., Тилик Т.В., Исаева М.П. Полиморфизм генов глютатионтрансферазы GSTP1 и микросомальной эпоксидгидролазы EPHX1 у курильщиков и при ранних стадиях хронической обструктивной болезни легких // Пульмонология. – 2013. – № 1. – С. 32–37.

24. Ступко Е.Е., Шулунов С.С., Шенин В.А., Лабыгина А.В., Сутурина Л.В., Коваленко И.И. Полиморфизм генов GSTM1, GSTT1 и GSTP1 у женщин с миомой матки // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – №6(76) часть 2. – С. 63–66.

УДК 618.36:614.1

ПАТОЛОГИЯ ПЛАЦЕНТЫ ПРИ ЗАДЕРЖКЕ РОСТА ПЛОДА

Щеголев А.И., Туманова У.Н.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, e-mail: ashegolev@oparina4.ru

Задержкой роста плода (ЗРП) обозначают отставание размеров и/или массы плода по сравнению с нормативными показателями для данного срока беременности. Согласно национальному руководству по акушерству, диагноз после рождения ставится, если масса новорожденного ниже 10-го перцентиля для данного срока беременности. Факторами риска развития ЗРП считаются влияние окружающей среды, болезни материнские, патология плода и плаценты. Проведен анализ данных литературы, посвященных патологии плаценты в наблюдениях ЗРП. Показано, что в наблюдениях ЗРП по сравнению с контрольной группой отмечаются более низкие значения массы, размеров и объема плаценты, длины и диаметра пуповины. При ЗРП значимо чаще встречаются нарушения степени извитости пуповины (как гиперизвитости, так и гипоизвитости). В наблюдениях ЗРП гораздо чаще встречаются патологические формы (краевое и оболочечное) прикрепления пуповины к плаценте. Отмечена неоднозначность выявленных изменений плаценты, связанная, скорее всего, с различиями сроков гестации. Важным моментом является выделение ранней и поздней формы ЗРП, которые отличаются степенью выраженности изменений плаценты и пуповины. Сделан вывод о важности изучения плаценты и пуповины для выяснения причин развития ЗРП.

Ключевые слова: задержка роста плода (ЗРП), плацента, пуповина

PLACENTAL PATHOLOGY IN FETAL GROWTH RESTRICTION

Shchegolev A.I., Tumanova U.N.

National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I. Kulakov of Ministry of Healthcare of Russian Federation, Moscow, e-mail: ashegolev@oparina4.ru

Fetal growth retardation (FGR) is called a lag in the size and / or mass of the fetus compared to the normative indices for a given period of pregnancy. According to the national manual on obstetrics, the diagnosis after birth if a newborn weight below the 10th percentile for a given gestational age. The risk factors for the development of the FGR are the influence of the environment, maternal disease, pathology of the fetus and placenta. The literature data on placental abnormalities in FGR observations are analyzed. It is shown that the FGR observations have lower values of the mass, size and volume of the placenta, the length and diameter of the umbilical cord compared to the control group. With FGR significantly more frequent violations of the degree of umbilical cord coiling (as hypercoiled and hypocoiled). In the observations of growth retardation is much more common pathological forms (marginal and velamentous) insertion the umbilical cord to the placenta. Marked by ambiguity identified by the placenta changes, which is connected likely with the differences gestation. An important point is the allocation of early and late forms of FGR, which differ in the degree of manifestation of changes in the placenta and umbilical cord. A conclusion is drawn on the importance of studying the placenta and umbilical cord to determine the reasons for the development of the FGR.

Keywords: fetal growth restriction (FGR), placenta, umbilical cord

Задержкой роста плода (ЗРП, внутриутробной задержкой роста плода) обозначают отставание размеров и/или массы плода по сравнению с нормативными показателями для данного срока беременности. Согласно национальному руководству по акушерству [1], внутриутробная диагностика ЗРП основана на данных фетометрии, когда предполагаемая масса плода ниже 5-го перцентиля для данного срока беременности, после рождения диагноз ставится, если масса новорожденного ниже 10-го перцентиля для данного срока беременности.

Признаки ЗРП определяются примерно в 5–10% от всех случаев беременности [2]. При этом ЗРП считается одной из основных причин перинатальной заболеваемости и смертности. Более того, согласно данным Росстата, крайне малая масса тела при рождении постоянно фигурирует в качестве основного заболевания при мертворождении [3]. Показатели перинатальной смертности при ЗРП в 6–10 раз больше по сравнению с новорожденными, имеющими нормальные значения массы и длины тела. У 26% мертворожденных, родившихся в срок, и у 53% мертворожденных, родившихся преждевременно, отмечалось наличие ЗРП [4].

В развитии ЗРП выделяют несколько групп факторов: влияние окружающей среды, материнские, плодные, плацентарные [5, 6]. При этом основной (в 80–90% случаев) причиной развития ЗРП считается недостаточное поступление питательных веществ и кислорода к плоду, обусловленное главным образом нарушениями строения и функционирования плаценты [7].

Целью данной работы явился анализ данных литературы о патологии плаценты в наблюдениях ЗРП.

Известно, что плацента играет ключевую роль в обеспечении нормального развития и функционирования плода. У человека плацента является гемохориальной, в связи с чем характеризуется независимостью плодно-плацентарных капилляров от изменений давления и скорости материнского плацентарного тока крови [8].

Тем не менее практически во всех исследованиях, посвященных проблеме ЗРП, выявляются те или иные нарушения строения плаценты (табл. 1) [9–15]. Так, почти все авторы отмечают более низкие значения массы плаценты в наблюдениях ЗРП по сравнению с контрольной группой. В исследовании R. Madazli с соавт. [9] среднее значение массы плаценты в случаях ЗРП составило 63,5 % от показателей контрольной группы ($p < 0,001$). В работе N. Vedmedovska с соавт. [12] масса плаценты при ЗРП составила 64,3 % от контрольного значения ($p < 0,001$). В то же время S. Biswas с соавт. [11] установили, что масса плаценты при ЗРП составляла 80,0 % от контрольных показателей ($p < 0,001$).

Наблюдающийся разброс полученных данных в отношении массы плаценты (табл. 1) обусловлен главным образом, по нашему мнению, различиями в сроках гестации. В работе R. Madazli с соавт. [8] срок гестации в контрольной группе составил 36,7 ± 3,1 недели, а при ЗРП – 34,1 ± 3,4 недели ($p < 0,001$), в исследовании N. Vedmedovska с соавт. [12] – 39,8 ± 1,2 недели и 36,0 ± 3,2 недели соответственно ($p < 0,001$), а у S. Biswas с соавт. [11] – 39,77 и 39,03 недель соответственно ($p > 0,05$).

Рассчитанные авторами соотношения масс плода и плаценты также характеризуются неоднозначными изменениями (табл. 1). В одних работах отношение массы плода к массе плаценты в наблюдениях ЗРП было значимо меньше по сравнению с контрольными показателями [12] или отношение масс плаценты и плода при ЗРП превышало аналогичное значение в контрольной группе. Подобные соотношения указывают на то, что в наблюдениях ЗРП масса плода в большей степени отличается от контрольного уровня, чем масса плаценты. В других исследованиях, в частности A.-C. Peyter с соавт. [14], плодно-плацентарное соотношение имело значимо бóльшие значения в наблюдениях ЗРП по сравнению с контрольной группой, то есть речь шла о более выраженных отклонениях от контрольных показателей массы плаценты, а не плода. Примечательно, что по данным [14] соотношение масс плода и плаценты имело некоторые гендерные отличия (табл. 1).

Таблица 1

Масса и размеры плаценты при ЗРП

Показатель	ЗРП	Контроль	Авторы
Масса плаценты, г (M ± SD)	292 ± 86*	460 ± 87	[9]
	300 ± 20*	426 ± 22	[10]
	333,32 ± 75,59*	416,77 ± 63,03	[11]
	412 ± 117*	641 ± 133	[12]
	354,80 ± 9,82*	488,08 ± 14,09	[13]
	450,9 ± 92,1*	618,0 ± 126,1 (жп)	[14]
	446,3 ± 84,7*	614,4 ± 121,7 (мп)	
	296 ± 151	394 ± 189	[15]
ПлПцО	4,84 ± 1,17*	5,73 ± 0,95	[12]
	5,97 ± 1,02*	5,48 ± 0,95 (жп)	[14]
	6,21 ± 1,13*	5,73 ± 0,89 (мп)	
ПцПлО	0,16*	0,14	[13]
Размеры, см	17x16*	19x17	[11]
	16,3x15,7*	17,69x16,72	[13]
Толщина, мм	19,1 ± 6,0	18,9 ± 4,6	[12]
Объем, см³	302 ± 18*	410 ± 22	[10]
Объем, мл	268,92 ± 84,51	343,86 ± 56,56	[11]

Примечания: * – $p < 0,05$, ПлПцО – плодно-плацентарное отношение, размеры – два перпендикулярных диаметра, жп – женский пол, мп – мужской пол.

Таблица 2

Характеристики пуповины при ЗРП

Параметр	ЗРП	Контроль	Автор
Длина, см (M ± SD)	57,2 ± 9,7*	64,5 ± 8,2	[12]
Диаметр, мм	10,6 ± 2,2*	12,3 ± 2,8 (жп)	[14]
	11,6 ± 2,6*	13,3 ± 2,8 (мп)	
Гиперизвитость	72/590 (12,2 %)*	270/5201 (5,2 %)	[15]
Гипоизвитость	25/590 (4,2 %)*	125/5201 (2,4 %)	

Примечания: * – $p < 0,05$, жп – женский пол, мп – мужской пол.

Закономерно, что изменения массы плаценты должны отражаться на ее размерах. Действительно, в наблюдениях ЗРП установлены меньшие размеры (перпендикулярные диаметры) плацентарного диска по сравнению с показателями контрольной группы: 17x16 см против 19x17 см ($p < 0,01$) [11] и 16,3x15,7 см против 17,69x16,72 см ($p < 0,001$) [13]. Однако средние значения толщины плаценты не имели значимых различий: 19,1 ± 6,0 мм в наблюдениях ЗРП и 18,9 ± 4,6 мм в контрольной группе ($p = 0,9$) [12].

Значения объема плаценты в случаях ЗРП были меньше соответствующих значений контрольной группы. В исследовании M. Egbor с соавт. [10] средний объем плаценты в группе ЗРП составил 73,7 % от контрольных показателей ($p < 0,01$). В работе S. Biswas с соавт. [11] объем плаценты при ЗРП составил 78,2 % от контрольного значения ($p < 0,001$).

Поскольку при ЗРП регистрируется уменьшение массы и объема плаценты, то весьма интересным, на наш взгляд, представляется сравнение значений удельной плотности ткани плаценты при ЗРП. На основании представленных в табл. 1 данных M. Egbor с соавт. [10] и S. Biswas с соавт. [11] нами были рассчитаны значения плотности ткани плаценты по массе и объему плаценты. Оказалось, что средняя плотность ткани плаценты в группе ЗРП на 4,4 % меньше показателей контрольной группы в исследовании M. Egbor с соавт. [10] и на 2,3 % больше – в работе S. Biswas с соавт. [11]. Подобное несоответствие, видимо, может быть связано с тем, что в вышеуказанных исследованиях имелись отличия гестационного срока: 34,9–35 недель в первом случае и 39–39,8 недель во втором. В любом случае данный показатель не являлся отдельной задачей подобных исследований, и поэтому его анализ является достаточно актуальной задачей.

Наряду с изменениями плаценты в литературе имеются также указания о существенных отличиях показателей пуповины в наблюдениях ЗРП (табл. 2, 3). В табл. 2 приведен ряд данных о длине, диаметре и степени извитости пуповины при ЗРП [12, 14, 15]. Из анализа табл. 2 видно, что средняя длина пуповины в наблюдениях ЗРП на 11,3 % меньше показателей контрольной группы ($p < 0,001$) [12]. Средние значения диаметров пуповины при ЗРП также значимо меньше контрольного уровня на 13,8 % ($p < 0,0001$) у плодов женского пола и на 12,8 % ($p < 0,0001$) у плодов мужского пола [14].

Важной макроскопической характеристикой пуповины является ее извитость (спирализация) [16]. Считается, что формирование витков начинается примерно на 8–9 неделе внутриутробного развития, то есть в то время, когда отмечается максимальное соотношение объема амниотической жидкости к размеру плода, вследствие чего плод имеет возможность свободно вращаться вокруг неподвижной плаценты. Примечательно, что сформировавшись на ранних сроках беременности, количество витков практически не изменяется или незначительно возрастает по мере увеличения срока гестации. В зависимости от количества витков выделяют гиперизвитые и гипоизвитые пуповины. Оценка степени извитости проводится при помощи так называемого индекса извитости пуповины, рассчитываемого как отношение между числом витков пуповины и ее длиной в сантиметрах. При значении индекса извитости пуповины более 0,4 пуповина считается гиперизвитой, при значениях менее 0,1 – гипоизвитой [16].

При анализе 590 последов при ЗРП и 5201 – в контрольной группе гиперизвитость пуповины была установлена в 72 (12,2 %) наблюдениях при ЗРП и в 270 (5,2 %) случаях в контроле. Гипоизвитость пуповины отмечалась в 25 (4,2 %) и 125 (2,4 %) случаях в группе ЗРП и контроля соответственно [15]. То есть в наблюдениях ЗРП значимо чаще встречаются нарушения степени извитости пуповины (как гипер-,

так и гипо-), которые, видимо, отражаются на размерах сосудов пуповины, способствующих развитию гипоксии плода и задержке его роста. Примечательно, что в результате морфометрического анализа гистологических препаратов поперечных срезов пуповины установлено снижение просвета пуповинной вены в случаях ЗРП по сравнению с контрольной группой: 0,78 ± 0,09 мм² против 1,12 ± 0,13 мм² у плодов женского пола (p = 0,0439) и 0,83 ± 0,10 мм² против 0,99 ± 0,12 мм² (p = 0,4099) у плодов мужского пола [14].

Следует также добавить, что в наблюдениях ЗРП гораздо чаще встречаются патологические формы прикрепления пуповины (табл. 3) [11–13, 15]. Нормальный равномерный рост и развитие плаценты характеризуются центральным прикреплением пуповины, в случае же неравномерного роста (так называемого трофотропизма) плаценты отмечается эксцентричное, краевое и даже оболочечное прикрепление пуповины. Последние относятся к патологическим формам прикрепления [17]. По данным S. Biswas с соавт. [11] краевое и оболочечное прикрепление пуповины встречалось в 7,1 % и 3,6 % наблюдений соответственно при ЗРП и отсутствовало в контрольной группе. В исследовании N. Vedmedovska с соавт. [12] частота краевого прикрепления пуповины превалировала в группе ЗРП по сравнению с контролем (10 % против 4 %), а частота оболочечного прикрепления, наоборот, в контрольной группе была больше по сравнению с ЗРП (6 % против 2 %). В работе же S.M. Almasry с соавт. [13] краевое прикрепление пуповины встречалось чаще в контрольной группе (8 % против 6 %), а оболочечное – в наблюдениях ЗРП (12 % против 4 %).

Характеризуя процессы ЗРП, необходимо отметить, что в зависимости от времени выявления выделяют раннюю и позднюю формы ЗРП [18]. Ранняя форма ЗРП развивается до 32 недель гестации и составляет порядка 20–30 % от всех случаев ЗРП. Диагностируется ранняя форма ЗРП в связи с наличием артериальной гипертензии или преэклампсии [19, 20] и сочетается, как правило, с патологией плаценты [21]. Поздняя форма ЗРП проявляется в 32 недели и более, составляет около 70 % и сочетается с гипертензивными расстройствами примерно в 10 % наблюдений [20].

Таблица 3

Прикрепление пуповины к плаценте при ЗРП

Группа	Прикрепление				Авторы
	Центральное	Эксцентричное	Краевое	Оболочечное	
ЗРП	8/28 (28,6%)	17/28 (60,7%)	2/28 (7,1%)	1/28 (3,6%)	[11]
Контроль	12/22 (54,5%)	10/22 (45,5%)	0	0	
ЗРП	30/50 (60%)	14/50 (28%)	5/50 (10%)	1/50 (2%)	[12]
Контроль	35/50 (70%)	10/50 (20%)	2/50 (4%)	3/50 (6%)	
ЗРП	7 (14%)	34 (68%)	3 (6%)	6 (12%)	[13]
Контроль	7 (28%)	15 (60%)	2 (8%)	1 (4%)	
ЗРП			44/590 (7,5%)	18/590 (3,1%)	[15]
Контроль			440/5201 (8,5%)	143/5201 (2,7%)	

Таблица 4

Характеристики плаценты и пуповины при ранней и поздней ЗРП

Параметр	Ранняя ЗРП	Поздняя ЗРП	Авторы
Масса плаценты, г (M ± SD)	192 ± 135	345 ± 132	[15]
ПлПцО	4,7 ± 1,3*	6,0 ± 1,2	[22]
Гипоизвитость пуповины	12/196 (6,1%)*	13/394 (3,3%)	[15]
Одна артерия пуповины	9/196 (4,6%)*	10/394 (2,5%)	
Краевое прикрепление пуповины	16/196 (8,2%)*	41/394 (10,4%)	
Оболочечное прикрепление пуповины	4/196 (2,0%)*	14/394 (3,6%)	

Примечание. * – p < 0,05.

Согласно данным литературы [15, 22], степень изменений плаценты и пуповины зависит от формы ЗРП (табл. 4). Так, средняя масса плаценты при ранней форме ЗРП была на 44,3% меньше по сравнению с показателями поздней формы [15]. Значения плодно-плацентарного отношения при ранней форме ЗРП также имели на 21,7% меньшие значения по сравнению с показателями поздней формы ($p < 0,001$) [22]. В наблюдениях ранней формы ЗРП значимо чаще отмечались гипоизвитость пуповины (6,1% против 3,3%, $p = 0,001$) и наличие одной пуповинной артерии (4,6% против 2,5%, $p = 0,004$). В то же время краевое и оболочечное прикрепление пуповины чаще выявлялись при поздней форме ЗРП по сравнению с ранней формой: 10,4% и 3,6% соответственно против 8,2% и 2,0% ($p = 0,004$) [15].

Таким образом, согласно данным представленных работ, задержка роста плода практически всегда сочетается с различными нарушениями строения плаценты и пуповины, что указывает на их роль в развитии данного осложнения. В наблюдениях ЗРП по сравнению с контрольной группой отмечаются более низкие значения массы, размеров и объема плаценты, а также длины и диаметра пуповины. При ЗРП значимо чаще встречаются нарушения степени извитости пуповины (как гиперизвитости, так и гипоизвитости), а также краевое и оболочечное ее прикрепление к плаценте. Имеющаяся неоднозначность выявленных изменений плаценты связана, скорее всего, с различиями сроков гестации. Важным моментом является выделение ранней и поздней формы ЗРП, которые отличаются степенью выраженности изменений плаценты и пуповины. В этой связи непременным этапом выяснения причин развития ЗРП должно быть тщательное изучение плаценты и пуповины.

Список литературы

1. Панина О.Б. Задержка роста плода // Акушерство: национальное руководство / Под ред. Г.М. Савельевой, Г.Т. Сухих, В.Н. Серова, В.Е. Радзинского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – С. 243–245.

2. Aucott S.W., Donohue P.K., Northington F.J. Severe early intrauterine growth restriction // J. Perinatol. – 2004. – V.24. – P. 435–440.

3. Щеголев А.И., Туманова У.Н., Шувалова М.П., Фролова О.Г. сравнительный анализ мертворождаемости в Российской федерации в 2010 и 2012 г. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2015. – № 3. – С. 58–62.

4. Макаров И.О., Юдина Е.В., Боровкова Е.И. Задержка роста плода. – М.: МЕДпресс-информ, 2012. – 56 с.

5. Сидорова И.С., Боровкова Е.И., Мартынова И.В. Факторы риска задержки внутри-утробного роста плода с точки зрения доказательной медицины // Врач-аспирант. – 2006. – № 2. – С.126–133.

6. Sankaran S., Kyle P.M. Aetiology and Pathogenesis of IUGR // Best Pract. Res. Clin. Ob-stet. Gynaecol. – 2009. – V.23. – P. 765–777.

7. Bauer R., Walter B., Brust P. et al. Impact of asymmetric intrauterine growth restriction on organ function in newborn piglets // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. – 2003. – V.110. – P.S40–S49.

8. Moll W. Structure adaptation and blood flow control in the uterine arterial system after hemo-chorial placentation // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. – 2003. – V.110. – P.S19-S27.

9. Madazli R., Somunkiran A., Calay Z. et al. Histomorphology of the placenta and the placental bed of growth restricted foetuses and correlation with the doppler velocimetries of the uterine and umbilical arteries // Placenta. – 2003. – V.24. – P. 510–516.

10. Egbor M., Ansari T., N. Morris N. et al. Pre-eclampsia and fetal growth restriction: how morphometrically different is the placenta? // Placenta. – 2006. – V.27. – P.727–734.

11. Biswas S., Ghosh S.K. Gross morphological changes of placentas associated with intrauterine growth restriction of fetuses: A case control study // Early Hum. Dev. – 2008. – V.84. – P.357–362.

12. Vedmedovska N., Rezeberga D., Teibe U. et al. Placental pathology in fetal growth restriction // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. – 2011. – V.155. – P. 36–40.

13. Almasry S.M., Elfayomy A.K. Morphometric analysis of terminal villi and gross morpho-logical changes in the placentae of term idiopathic intrauterine growth restriction // Tissue Cell. – 2012. – V.44. – P.214–219.

14. Peyter A.-C., Delhaes F., Baud D. et al. Intrauterine growth restriction is associated with structural alterations in human umbilical cord and decreased nitric oxide-induced relaxation of umbilical vein // Placenta. – 2014. – V.35. – P. 891–899.

15. Stanek J., Biesiada J. Clustering and classical analysis of clinical and placental phenotypes in fetal growth restriction and constitutional fetal smallness // Placenta. – 2016. – V.42. – P. 93–105.

16. Щеголев А.И., Бурдули Г.М., Дубова Е.А., Павлов К.А. Патология пупочного канатика. – М., 2011. – 72 с.

17. Щеголев А.И. Современная морфологическая классификация повреждений плаценты // Акушерство и гинекология. – 2016. – № 4. – С.16–23.

18. Figueras F., Gratacos E. Stage-based approach to the management of fetal growth restriction // Prenat. Diagn. – 2014. – V.34. – P.655–659.

19. Lees C., Marlow N., Arabin B. et al. Perinatal morbidity and mortality in early-onset fetal growth restriction: cohort outcomes of the trial of randomized umbilical and fetal flow in Europe (TRUFFLE) // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 2013. – V.42. – P.400–408.

20. Unterscheider J., Daly S., Geary M.P. et al. Optimizing the definition of intrauterine growth restriction: the multicenter prospective PORTO Study // Am. J. Obstet. Gynecol. – 2013. – V.208. – P. 290 (e1-e6).

21. Mifsud W., Sebire N.J. Placental pathology in early-onset and late-onset fetal growth re-striction // Fetal Diagn. Ther. – 2014. – V.36. – P.117–128.

22. Kovo M., Schreiber L., Ben-Haroush A. et al. The placental factor in early- and late-onset normotensive fetal growth restriction // Placenta. – 2013. – V.34. – P.320–324.

УДК 33.877.3:504.3.054(574)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Бозшатаева Г.Т., Касымбекова А.И., Оспанова Г.С., Турабаева Г.К., Кыдыралиева М.Б.

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, e-mail: bozshataeva69@mail.ru

Многочисленные работы по лихеноиндикации выявили такие закономерности: чем больше загрязнен городской воздух, тем меньше разновидностей населяющих его лишайников и тем меньше площадь покрытия ими стволов деревьев. Доказано, что хвойные растения обладают высокой чувствительностью к загрязнению окружающей среды. Особенно негативно на них влияет сернистый газ. Обычно продолжительность жизни хвои у сосны обыкновенной составляет от трех до четырех лет. Влияние сернистого газа у сосны обыкновенной вызывает такие изменения: уменьшение срока жизни хвои, отмирание побегов, опад кроны и даже появление некрозов. Опираясь на данные, что лишайники и сосна обыкновенная могут быть использованы как биоиндикаторы окружающей среды, авторы использованы эти растения в качестве объектов исследования. Результаты изучения лишайников и сосны обыкновенной в качестве биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха г. Шымкента показали следующее: 1) биоиндикаторами загрязнения атмосферного воздуха города могут служить следующие лишайники: пармелия, уснея, анаптихия; 2) биоиндикатором загрязнения атмосферного воздуха города также может служить сосна обыкновенная; 3) вышеуказанные биоиндикаторы могут быть использованы в качестве основы для мониторинга атмосферного воздуха г. Шымкента.

Ключевые слова: атмосферный воздух, биоиндикатор, лихеноиндикация, сосна обыкновенная, хвоя, усыхание, город Шымкент

USE OF BIOINDICATORS FOR ASSESSMENT OF THE CONDITION OF ATMOSPHERIC AIR

Bozshataeva G.T., Kasymbekova A.I., Ospanova G.S., Turabaeva G.K., Kydyralieva M.B.

The Southern Kazakhstan State University of M. Auezov, Shymkent, e-mail: bozshataeva69@mail.ru

Numerous works on a likhenoindikation have revealed such regularities: the more city air is polluted, the version is less, the lichens inhabiting it and the area of a covering them is less than trunks of trees. It is proved that coniferous plants have high sensitivity to environmental pollution. Especially sulphurous gas has negative effect on them. Usually life expectancy of needles at a pine ordinary makes from three to four years. Influence of sulphurous gas ordinary causes such changes in a pine: reduction of term of life of needles, dying off of escapes, kroner and even emergence of necroses. Being based on the data that lichens and a pine ordinary can be used as environment bioindicators, these plants by us have been used as research objects. Results of studying of lichens and pine ordinary as bioindicators for assessment of a condition of atmospheric air of Shymkent have shown the following: 1) the following lichens can serve as bioindicators of pollution of atmospheric air of the city: Parmeliya, Usney, Anaptikhiya; 2) as the bioindicator of pollution of atmospheric air of the city the pine ordinary can also serve. 3) the above-stated bioindicators can be used as a basis for monitoring of atmospheric air of Shymkent.

Keywords: atmospheric air, bioindicator, likhenoindikation, pine ordinary, needles, usykhaniye, city of Shymkent

Хорошими индикаторами загрязнения атмосферного воздуха являются растения, так как они в большей степени поражаются загрязненным воздухом и сильнее реагируют на те концентрации большинства вредных примесей, которые у людей и животных не оставляют видимых явлений отравления.

Растения реагируют на концентрацию загрязняющих веществ, длительность их воздействия, а также относительная восприимчивость к загрязнителям зависит от их вида и стадии физиологического развития [1, 2].

Выделяют три стадии повреждений хвои сосны: повреждаются только хлоропласты, повреждаются и другие органеллы, органеллы исчезают или превращаются в бесструктурную массу.

В качестве биоиндикационных признаков можно использовать различные признаки. Например, разрушение пигментов в хвое сосны, преждевременное ее старение.

Биоиндикацию можно проводить по различным морфологическим, анатомическим параметрам. Индикаторными признаками является наличие хлорозов и некрозов, изменение размеров листьев, а также преждевременное опадение листвы [3].

Накопление токсических веществ в атмосфере вызывает у лишайников изменения формы слоевища и уменьшение образования плодовых тел.

Цель исследования: использование биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха г. Шымкента.

Определили следующие задачи исследования:

1) изучение видового состава лишайников г. Шымкента;

2) влияние атмосферного воздуха на лишайники и хвою сосны обыкновенной, произрастающих в г. Шымкенте;

3) эффективность использования лишайников и хвои сосны в качестве биоиндикаторов атмосферного воздуха г. Шымкента.

Материалы и методы исследования

Лишайники очень чувствительны к составу субстрата, составу воздуха и микроклиматическим условиям проживания.

В качестве субстрата лишайники используют различные деревья. В лихеноиндикации для оценки загрязнения воздуха окружающей среды выбирается вид дерева, который доминирует на исследуемой территории.

Методы оценки загрязнения атмосферы по встречаемости лишайников в окружающей среде основаны на нижеследующих закономерностях:

1. Частота встречаемости видов лишайников зависит от степени загрязнения воздуха.

2. Степень загрязненности воздуха влияет на площадь покрытия лишайниками стволов деревьев.

3. Самыми чувствительными к загрязнению являются кустистые лишайники, затем листовые и менее чувствительными – накипные.

Используя эти закономерности, можно оценить загрязненнность воздуха на исследуемой территории [4].

Использование лишайников как биоиндикаторов основывается на следующих факторах:

1. Встречаемости – степени равномерности распределения лишайников на деревьях. Наличие конкретного вида лишайников на десяти деревьях свидетельствует о равномерном распространении.

2. Проективном покрытии – площади, занятой проекциями слоевищ лишайников. Визуально учитывается отношение проекции слоевища к общей площади исследования, принимаемой за 100%.

3. Обилии вида – количественный показатель распределения его в фитоценозе, которое определяется соотношением встречаемостью видов лишайников и проективным покрытием ими коры деревьев.

Затем делается расчет средних значений показателей встречаемости и покрытия для каждого типа таллома лишайников – накипных (Н), листоватых (Л) и кустистых (К).

На основе средних значений показателей встречаемости и покрытия рассчитывается показатель относительной чистоты воздуха (ОЧВ) согласно нижеследующей формуле:

$$ОЧВ = (Н + 2Л + 3К)/30,$$

где ОЧВ – относительная чистота воздуха; Н – среднее значение показателей встречаемости и покрытия накипных лишайников; Л – среднее значение показателей встречаемости и покрытия листоватых лишайников; К – среднее значение показателей встречаемости и покрытия кустистых лишайников.

Методика биоиндикации чистоты воздуха по состоянию хвои сосны опиралась на следующее: материал для исследования подготавливался заранее. Срезанные ветви деревьев сосны обыкновенной примерно одного возраста, на высоте 2 м со средней части кроны, произрастающих в районе активного движения транспорта.

Контролем служили ветви одновозрастных деревьев сосны обыкновенной, отобранных в «чистой зоне» – областном дендропарке.

Классы повреждения и усыхания хвои определялись по стандартной методике.

На рисунке показаны повреждения и усыхание хвои сосны обыкновенной. Повреждения хвои сосны обыкновенной отмечаются по следующей шкале: 1 а – хвоинки без пятен; 2 а – с небольшим числом мелких пятнышек; 3 а – с большим числом чёрных и жёлтых пятен.

Усыхание хвои сосны обыкновенной также отмечаются по шкале: 1 б – нет сухих участков; 2 б – кончик усох на 2–5 мм; 3 б – усохла треть хвоинки; 4 б – вся хвоинка усохла или более половины её длинны.

Для исследования с нескольких боковых побегов 10 деревьев сосны обыкновенной отбирались по 200 пар хвоинок второго и третьего года жизни. Отобранная хвоя делилась на три категории: неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания, затем подсчитывалось число хвоинок в каждой категории. Кроме этого измерялась длина побегов, число почек.

Сосна обыкновенная особенно чувствительна к сернистому газу. Обычно продолжительность жизни хвои у сосны составляет до 3–4-х лет. За этот период она накапливает такое количество сернистого газа, которое может превысить предельно допустимые нормы [5].

1а 2а 3а

1б 1б 1б 2б 3б 4б

Повреждения и усыхание хвои сосны обыкновенной

Таблица 1

Распространение лишайников по районам г. Шымкента

Распространение лишайников	Район города	Концентрация сернистого газа
Лишайники практически отсутствуют	ул. Тауке-хана (центр города с сильно загрязненным воздухом)	Свыше 0,3 мг/куб.м
Лишайники встречаются в небольшом количестве – леканоры, ксантории	ул. Желтоксан (район города со средней степенью загрязненности воздуха)	0,05–0,3 мг/куб.м
Лишайники встречаются в разнообразном виде: в том числе и кустистые виды – уснеи, анаптихии, пармелия)	Областной дендропарк (относительно «чистый район» города)	Менее 0,05 мг/куб.м

Сернистый газ приводит у сосны к следующим изменениям:

1) значительно уменьшается продолжительности жизни хвои;

2) наблюдается отмирание побегов;

3) существенно уменьшается ширина годичных колец;

4) заметно редеет крона;

5) приводит к некрозу тканей.

Поражение растений отравляющими веществами зависит от влажности воздуха и насыщенности хвои водой. Влажные хвоинки сосны обыкновенной поглощают сернистый газ в несколько раз больше, чем сухие. Деревья сосны обыкновенной интенсивно накапливают в тканях серу. Как правило, молодые хвоинки активнее поглощают сернистый газ, по сравнению со старыми. Фотосинтез у этих деревьев полностью прекращается. Загрязняющие воздух вещества вызывают некроз тканей хвоинок сосны обыкновенной. Некрозы бывают нескольких видов: краевой некроз; серединный некроз; при точечном некрозе происходит отмирание тканей по всей поверхности хвоинки.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение видового состава лишайников г. Шымкента показало, что на территории города обитают в основном 5 следующих видов:

1. Ксантория *(Xanthoria parietina)*.
2. Уснея *(Usnea* sp.).
3. Леканора *(Lecanora* sp.).
4. Пармелия (*Parmelia* sp.).
5. Анаптихия реснитчатая (*Anapthychia siliaris*).

В табл. 1 показана встречаемость лишайников в разных частях города в зависимости от среднего количества диоксида серы в воздухе.

В табл. 2 иллюстрируется частота встречаемости лишайников на территории г. Шымкента.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Шымкента проводилась по состоянию хвои сосны обыкновенной, произрастающих на улицах города Шымкента (Тауке-хана и Желтоксан) и в областном дендропарке.

Таблица 2

Частота встречаемости лишайников на территории г. Шымкента

Название лишайника	Частота встречаемости
Ксантория	55%
Леканора	30%
Пармелия	10%
Уснея	3%
Анаптихия	2%

С ветвей 20 деревьев сосны обыкновенной были отобраны побеги одинаковой длины.

С них собирали хвою и визуально анализировали ее состояние. Степень повреждения хвои определили по наличию хлоротичных пятен, некротических точек, некрозов и т.д.

Вычислялся показатель обесхвоенности кроны. Расчет показателя производился по формуле

$$f = \frac{B2 + 2B3 + 3B4 + 4B5 + 5B6}{5(B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6)},$$

где f – показатель обесхвоенности кроны деревьев, а B1, B2, B3, B4, B5, B6 – количество деревьев с соответствующим состоянием кроны.

Также определялось состояние генеративных органов сосны обыкновенной:

а) подсчитывалось число сформировавшихся почек на 3-х ветвях каждого из 20-ти деревьев;

б) измерялись длина и толщина почек.

Результаты изучения повреждения хвои сосны обыкновенной в разных районах города Шымкента показаны в табл. 3.

Результаты исследования усыхания хвои сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента отражены в табл. 4.

Таблица 3

Повреждение хвои сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Состояние хвои	Областной дендропарк		Улицы Тауке-хана и Желтоксан	
	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа
Количество обследованных хвоинок	200	100%	200	100%
Повреждения хвои:				
1-го класса	184	92%	136	68%
2-го класса	16	8%	44	22%
3-го класса	–	–	20	10%

Таблица 4

Усыхание хвои сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Состояние хвои	Областной дендропарк		Улицы Тауке-хана и Желтоксан	
	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа	Количество хвоинок	% хвоинок от общего числа
Усыхание хвои:				
1-го класса	200	100%	144	72%
2-го класса	–	–	40	20%
3-го класса	–	–	16	8%

Таблица 5

Состояние кроны сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Состояние кроны	Количество деревьев	
	Областной дендропарк	Улицы Тауке-хана и Желтоксан
Обследовано деревьев, в т.ч.	20	20
Деревья с густой зеленой кроной, отмечается отмирание ветвей в нижней части кроны (В1)	19	14
Деревья со слабоажурной кроной, отмечается усыхание ветвей в нижней трети кроны (В2)	1	3
Деревья с ажурной кроной; отмечаются сухие ветки в средней и верхней частях кроны (В3)	–	2
Деревья с сильно изреженной кроной или с небольшим количеством живых ветвей (В4)	–	1
Деревья со свежим сухостойем, усыхание ветвей произошло в текущем году (В5)	–	–
Деревья со старым сухостоем, усыхание деревьев произошло в прошлые годы (В6)	–	–

Таблица 6

Состояние генеративных органов сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента

Район города	Количество почек (шт.)	Длина почек (мм)	Толщина почек (мм)
Областной Дендропарк	7	5	4
Улицы Тауке-хана и Желтоксан	4	3	2

Табл. 5 отражает результаты изучения состояния кроны сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента.

Данные о состоянии генеративных органов сосны обыкновенной в разных районах г. Шымкента приведены в табл. 6.

Выводы

Результаты изучения лишайников и сосны обыкновенной в качестве биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха г. Шымкента показали следующее:

1) биоиндикаторами загрязнения атмосферного воздуха города могут служить следующие лишайники: пармелия, уснея, анаптихия;

2) биоиндикатором загрязнения атмосферного воздуха города также может служить сосна обыкновенная;

3) вышеуказанные биоиндикаторы могут быть использованы в качестве основы для мониторинга атмосферного воздуха г. Шымкента.

Список литературы

1. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие / О.А. Ляшенко. – СПб.: ГТУРП, 2012. – 67 с.

2. Чукаева Н.В. Некоторые аспекты использования методик биоиндикации // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 8. – С. 78–79.

3. Биоиндикация, ее уровни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biofile.ru/bio/22458.html.

4. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л.Г. Бязров. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.

5. Ковылина О.П. Оценка жизненного состояния сосны обыкновенной в зоне техногенного загрязнения / О.П. Ковылина, И.А. Зарубина, А.Н. Ковылин // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – № 3. – С. 284–289.

УДК 57:616:617:004.891.3

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БОЛЬНОГО В ДО- И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОДЫ

[1]Калугина Н.М., [1]Артеменко М.В., [2]Мишустин В.Н., [1]Щекина Е.Н.

[1]Юго-Западный государственный университет, Курск, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru;
[2]Курский государственный медицинский университет, Курск, e-mail: vladimirshef2011@mail.ru

Статья посвящена проблеме повышения эффективности операции и последующего восстановительного лечебно-профилактического процесса путем разработки и исследования модели информационно-аналитической поддержки функционального состояния пациента на различных технологических этапах ведения больного. Модель включает в себя основные модули: формирование анамнеза, до- и послеоперационные обследования, оценка риска возникновения и развития патологических состояний и исходов (уровней функционального состояния), диагностика (прогноз) состояний и исходов, профилактика и терапия, операционное воздействие. Предлагаемая структурная схема предполагает применение автоматизированной системы поддержки принятия решений для формирования рекомендаций по прогнозированию, лечению и профилактике различных патологических форм физиологических систем организма в до- и послеоперационный периоды, оцениваемых как принадлежность функционального состояния к определенному уровню (рассматривается методика определения и краткая характеристика уровней). Материалы статьи могут быть использованы в клинических условиях и учебном процессе повышения квалификации медицинских работников.

Ключевые слова: функциональное состояние человека, автоматизированные системы поддержки принятия решений, информационная модель, аналитическая обработка

MODEL OF THE AUTOMATED INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF A FUNCTIONAL CONDITION OF THE PATIENT IN BEFORE AND AFTER OPERATIONAL THE PERIODS

[1]Kalugina N.M., [1]Artemenko M.V., [2]Mishustin V.N., [1]Shchekina E.N.

[1]Southwest State University, Kursk, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru;
[2]Kursk State Medical University, Kursk, e-mail: vladimirshef2011@mail.ru

Article is devoted to a problem of increase in efficiency of operation and the subsequent recovery treatment-and-prophylactic process by development and a research of model of information and analytical support of a functional condition of the patient at various technological stages of maintaining the patient. The model includes the main modules: formation of the anamnesis, before and after operational inspections, assessment of risk of emergence and development of pathological states and outcomes (levels of a functional state), diagnostics (forecast) of states and outcomes, prevention and therapy, operational influence. The offered block diagram assumes use of the automated system of support of decision-making for formation of recommendations about forecasting, treatment and prevention of various pathological forms of physiological systems of an organism in before and after operational the periods, estimated as belonging of a functional state to a certain level (the technique of definition and the short characteristic of levels is considered). Materials of article can be used in clinical conditions and educational process of professional development of health workers.

Keywords: a functional condition of the person, the automated systems of support of decision-making, information model, analytical processing

Согласно классическому определению – функциональное состояние пациента представляет собой комплекс свойств определяющих его жизнеспособность [1, 2]. Как правило, в этот комплекс входят значения таких показателей, как давление, пульс, антропометрические данные, общее состояние.

Разными авторами [3, 4] предлагаются различные классификационные уровни функционального состояния. Распространяя аналогии предлагаемых уровней на организм пациента хирургического отделения, предлагается следующая систематизация – представлена в таблице.

В таблице переменная LET характеризует уровень напряженности и вычисляется по формуле

$$LET_k = \log_2\left(\frac{H_k}{H_1}\right), \qquad (1)$$

где H_k – уровень напряженности текущего k-го состояния пациентов, H_1 – уровень напряжения 1-го состояния.

Значения H_k вычисляются путем применения некоторого функционала от значений различных признаков, характеризующих состояние пациента и являющихся информативными факторами риска возможного

развития патологического процесса в до и после операционный периоды.

Признаки, характеризующие состояние пациента, в большинстве случаев можно свести к логическим переменным, принимающим значение «true» – признак присутствует у пациента, «false» – признак отсутствует. Если от множества информативных признаков (вопросы формирования таковогo рассмотрены, например, в [5, 6]) перейти к кортежам, упорядочив признаки по любому критерию, – например, показателю информативности, то, перейдя к бинарному кодированию признаков, в качестве H_k предлагается принять величину

$$H_k = H_1 + \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|x_{i,k} - x_{i,1}\right|, H_1 = \sum_{i=1}^{n} x_{i,1},$$

где $x_{i,k}$ – бинарное значение i-го признака в текущем состоянии k, $x_{i,1}$ – бинарное значение i-го признака в состоянии 1.

Проведение вычислительных процедур и формирование превентивных диагностических заключений предлагается осуществлять на различных этапах обследования пациента (до и после операции) с целью выявления его адаптационных возможностей и резервов организма по преодолению последствий операционного вмешательства.

Для повышения оперативности и качества оценки уровней напряженности функционального состояния пациента предлагается применять автоматизированную систему поддержки принятия решений (АСППР), которая не только оценивает степень напряжения, но и формируют рекомендательные заключения по прогнозу развития ситуации и возможных терапевтических (или иных корректирующих состояние пациента) воздействий.

Проектирование АСППР (как в целом, так и и отдельных ее элементов) основывается на определенной м*одели автоматизированной информационно-аналитической поддержки функционального состояния пациента на ключевых этапах лечения (включая операционное вмешательство)* – например, представленная на рисунке.

Согласно рисунку модель отражает следующую технологию прогнозирования и профилактики. По результатам анализа анамнеза больного, до и после операционного вмешательства системой поддержки принятия решений осуществляется вычисление рисков различных прогнозов тромбоэмболии и исходов лечения в целом. По определенным решающим правилам осуществляется диагностика патологических форм и исхода лечения или профилактики. Этот процесс осуществляется под управлением лечащего врача на основе рекомендаций, сформированных системой поддержки. После выбранной, согласно рекомендациям, терапии осуществляется контроль состояния пациента и определение рисков. Данный процесс повторяется до достижения желаемого эффекта (выздоровления или купирования состояния) или летального исхода.

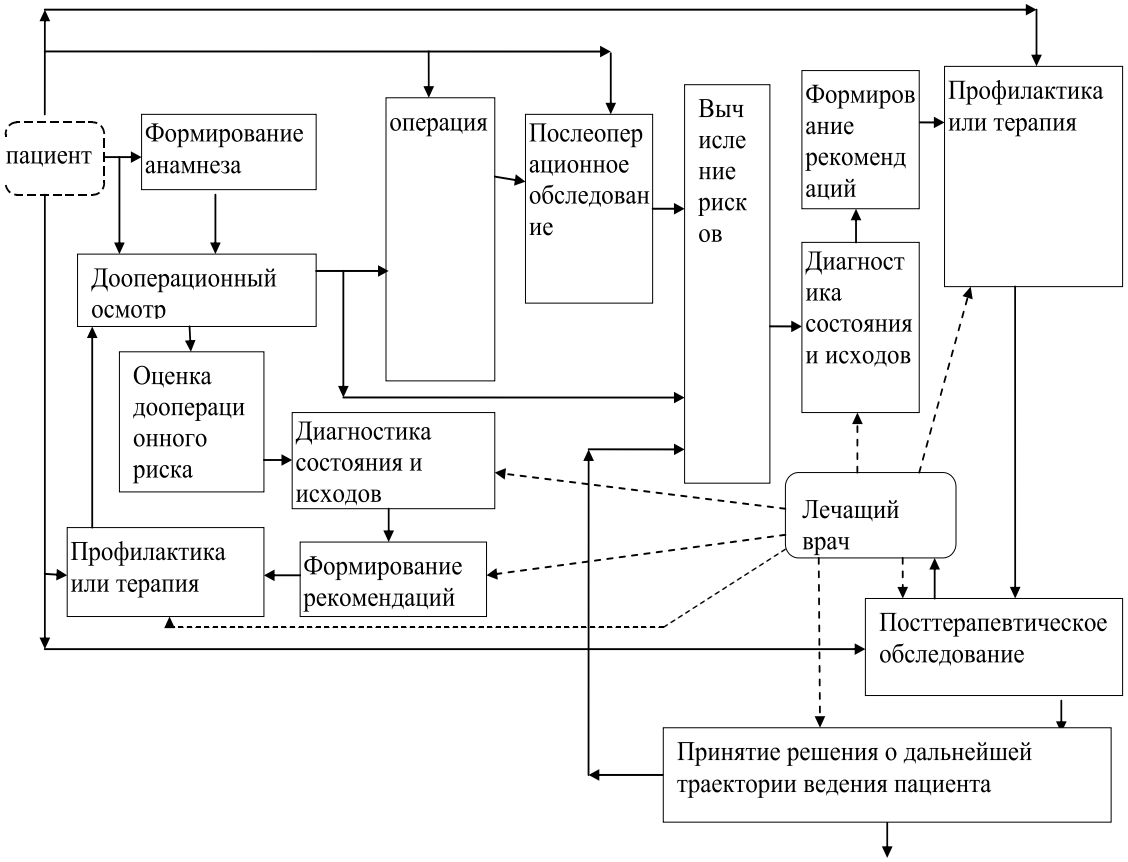
Поскольку процессы терапевтического воздействия (профилактики и-или лечения) включают в себя применение автоматизированной системы поддержки принятия решения при определении рисков и классификации состояний и исходов, то появляется возможность для конкретного больного фиксировать (и далее – анализировать) градиент изменений и скорость изменения состояний в численной форме и тем самым оценивать эффективность профилактики и-или лечения в количественных формах, отражая качество терапевтического процесса.

К значениям показателей качества функционирования предлагаемой СППР ПТ предъявляются следующие требования:

– клиническая приемлемость и непротиворечивость;

Уровни напряженности функциональных систем организма

№ п/п	Значение LET (верхняя граница)	Степень напряжения регуляторных систем организма	Состояние организма
1	0,38	Оптимальный уровень (норма)	Хорошее
2	0,73	Умеренное напряжение	Удовлетворительное
3	1,35	Выраженное напряжение	Тяжелое
4	1,72	Резко выраженное напряжение	Крайне тяжелое (предагональное)
5	2,35	Перенапряжение	Крайне тяжелое (предагональное)
6	3	Резко выраженное перенапряжение	Терминальное (агональное)
7	3,72	Истощение регуляторных систем	Терминальное (агональное)
8	4,35	Резко выраженное истощение регуляторных систем	Предсостояние клинической смерти
9	>6	Возможен летальный исход	Клинической смерти



Укрупненная информационно-аналитическая модель

– нижние пороговые значения показателей качества не должны быть меньше, чем у ранее разработанных и применяемых (с решающими правилами для сходных форм тромбоэмболии и-или на ином математическом аппарате). Таковыми в данном случае являются [7, 8] диагностическая чувствительность (ДЧ), диагностическая специфичность (ДС), диагностическая эффективность (ДЭ) с пороговыми значениями 0,8.

Обеспечение адекватности синтезированных решающих правил обусловливается двумя основными факторами:

– научно обоснованным сформированным множеством информативных признаков, обладающих требуемыми классификационными характеристиками и системно представляющих состояние организма;

– научно обоснованными и логически непротиворечивыми методами и алгоритмами структурно-параметрической идентификации (синтеза) решающих правил.

Вопросам формирования множества информативных признаков и упорядочивания его элементов по выбранным показателям посвящено множество исследований, рассмотренных в [6, 7].

Большинство из них предполагает:

– обязательное соблюдение принципов доказательной медицины (исключение составляют экспертные методы);

– использование одного из методов с учетом специфики структуры данных;

– обработку одномодальных признаков;

– обработку количественных признаков, представленных в непрерывной шкале значений.

В связи с этим предлагается осуществлять оценку информативности признаков различными методами, учитывающими их гетерогенность и модальность, а затем, упорядочив множество признаков по мере убывания показателя информативности для каждого из методов (частные кортежи признаков), получить искомое множество информативных признаков путем пересечения частных кортежей (или организации взвешенно-мажоритарного голосования между ними) и задания критерия, определяющего максимальный объем множества.

В качестве подобных методов предлагается использовать:

– *Метод корреляционных предпочтений.*

В каждом классе ω_l вычисляются матрицы парной корреляции между признаками, которым ставятся в соответствие матрицы смежности S_l:

$$s_{l,i,j} = \begin{cases} 1, \text{если} & |r_{i,j}| \geq rp_l \\ 0, \text{если} & |r_{i,j}| < rp_l \end{cases},$$

где $r_{i,j}$ – коэффициент парной корреляции между признаками i и j, rp_l – пороговые значения для коэффициентов парной корреляции в классах ω_l.

Далее вычисляются значения матрицы *Msp*:

$$Msp_{i,j} = \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} s_{l,i,j},$$

которые используются для определения значений вектора *Vsp*:

$$Vsp_i = \sum_{j=1}^{n} Msp_{i,j}$$

(n – количество исходных признаков). В качестве меры информативности признака i принимается величина

$$Infkor_i = \frac{1}{Vsp_i}.$$

– *Метод дискриминантных предпочтений.*

Допустим, значения признаков принимают значения «true» («1») либо «false» (0) либо используется бинарное кодирование в алфавите {0,1}. В этом случае предлагается применять аналог полинома Габора в виде логического многочлена:

$$Yb_{l,j}(\{Zb\}) = \bigvee_{t=1}^{T}\left(\bigwedge_{i=1}^{n}(\alpha_{t,i} \rightarrow zb_i)\right),$$

где n – количество показателей, представленных в булевой форме; T – количество дизъюнкций; $\alpha_{t,i}$ – логическая константа, позволяющая учитывать или не учитывать логическую переменную i в конъюнкции t ($\alpha_{t,i}$ = *true* – показатель i учитывается, $\alpha_{t,i}$ = *false* – показатель i не учитывается), zb_i – признак i из $\{Zb\}$.

Приведенная формула идентифицируется с помощью аппарата логических нейронных сетей или любыми алгоритмами минимизации булевых функций. Затем, для каждого класса ω_l определяем множество отличий $\{\varepsilon b\}_l$ логических аппроксимантов от клинически подтвержденных ситуаций, по которым для каждого класса ω_l признаки x_i упорядочиваются и формируются l множеств характеристик для классов и соответствующие им множества рангов $\{Rn\}^{w_l}$

Итоговая информативность определяется как

$$InfDisP(x_i) = \frac{\max_{l=\overline{1,L}}\left(Rn_{x_i}^{w_l}\right)}{\max_{j=\overline{1,NI}}\left(\max_{l=\overline{1,L}}\left(Rn_{x_i}^{w_l}\right)\right)}.$$

В качестве элементов множества решающих правил предлагается использовать продукционные конструкции, позволяющие по выполнению (невыполнению) определенных условий осуществлять соотнесение состояния пациентов к определенным классам, – уровням напряженности функционального состояния или определенным патологическим состояниям.

Для случая, когда значения прямых или латентных признаков принадлежат нечетким множествам с базовыми переменными на непрерывной шкале разработаны методы нечеткого логического вывода [9].

Для решения подобных задач в случае представления признаков в форме логических переменных предлагается использовать либо ДСМ-метод [10], либо логический нечеткий вывод на основе лингвистических переменных, как наиболее приближенный к синдромальному подходу в медицине.

Использование ДСМ-метода в случае большого количества признаков (более 20) недостаточно продуктивно, поскольку возникают проблемы с вычислительными ресурсами организации полного перебора сочетаний всех признаков (более 2^{20} и последующим степенным ростом) и выполнением необходимых условий выполнимости посылок правил ДСМ-индукции [11] в случае, если количество пациентов в обучающей выборке соизмеримо (одного порядка или меньше) с количеством анализируемых признаков. Подобные проблемы возникают и при выборе оптимальной конструкции лингвистической переменной.

В связи с этим синтез условий активации продукций с учетом указанной специфики «входной» информации предлагается осуществлять с помощью искусственных логических нейронных сетей [12], организованных на основе базовых парадигм метода группового учета аргументов – МГУА [13].

Таким образом, предлагаемая модель автоматизированной информационно-аналитической поддержки функционального состояния больного в до- и послеоперационный периоды позволяет на различных этапах технологии ведения больного в хирургическом отделении анализировать его функциональное состо-

яние с помощью современных компьютерных технологий применения СППР и оперативно вмешиваться в процесс течения болезни и ее терапии. Отслеживание информационных потоков между отдельными частями модели позволяет формализовать и объективизировать терапевтический процесс, способствуя повышению эффективности операционного воздействия и качества лечения.

Предлагаемая модель апробировалась в хирургическом отделении Курской областной больницы для прогноза развития тромбоэмболии при эндопротезировании крупных суставов (показатели качества – диагностические чувствительности специфичности и эффективности превышали уровень 0,87).

Список литературы

1. Судаков К.В. Физиология. Основы и функциональные системы. Курс лекций. – М.: Медицина, 2000. – 772 с.

2. Илларионов В.Е. Научно-практические основы информационной медицины. Изд. – 2-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 184 с.

3. Артёменко М.В., Бородин М.В., Калугина Н.М., Курочкин А.Г. Идентификация факторов воздействия на объект самоорганизационным анализом спектра характеризующего сигнала // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – Т. 15. № 5. – С. 8–12.

4. Превентивная медицина. Опыт работы информационного полипараметрического комплекса [Текст]: [монография] / Н.В. Дмитриева [и др.]; под ред. Н.В. Дмитриевой. – М.: URSS: ЛИБРОКОМ, 2010. – 248 с.

5. Артеменко М.В., Подвальный Е.С., Старцев Е.А. Метод комплексной оценки и выборка состава информативных признаков в задачах оценки состояния биотехнических систем // Биомедицинская радиоэлектироника. – 2016. – № 9. – С. 38–44.

6. Артеменко М.В., Калугина Н.М., Шуткин А.Н. Формирование множества информативных показателей на основании аппроксимирующего полинома Колмогорова-Габора и максимального градиента функциональных различий // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2016. – № 1 (18). – С. 116–123.

7. Hoffman R.R., Feltovich P.J., Ward P., Dibello L., Fiore S.M., Andrews D.H. Accelerated expertise training for high proficiency in a complex world // В книге: Accelerated Expertise: Training for High Proficiency in a Complex World. – 2013. – С. 1–256.

8. Голева О.П., Федорова Г.В., Щербаков Д.В. Учебное пособие по медицинской статистики : учебное пособие. – Омск, 2013. – 365 с.

9. Кореневский Н.А., Артеменко М.В., Провоторов В.Я., Новикова Л.А. Метод синтеза нечетких решающих правил на основе моделей системных взаимосвязей для решения задач прогнозирования и диагностики заболеваний // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2014. – Т. 13. № 4. – С. 881–886.

10. Добрынин Д.А. Применение интеллектуальной системы типа ДСМ для анализа клинических данных // Российский биотерапевтический журнал. – 2014. – Т. 13. № 3. – С. 57–60.

11. Финн В.К. О представлении необходимых условий выполнимости посылок правил ДСМ-индукции для анализа медицинских данных // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2011. – № 5. – С. 1–5.

12. Барский А.Б., Дмитриев А.А., Барская О.А. Медицинские информационно-справочные системы на логических нейронных сетях // Информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 1–32.

13. Орлов А.А. Принципы построения архитектуры программной платформы для реализации алгоритмов метода группового учета аргументов // Управляющие системы и машины. – 2013. – № 2. – С. 65–71.

УДК 591.477.32:599.323.4

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САЛЬНЫХ (МЕЙБОМИЕВЫХ) ЖЕЛЕЗ ВЕКА КРЫСЫ С ИНТЕГРИРОВАННЫМ ГЕНОМ ГОРМОНА РОСТА ЧЕЛОВЕКА

[1]Кинжибулатова Р.Ж., [2]Дыбан П.А.

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ, Санкт-Петербург, e-mail: kinro501@mail.ru;
[2]ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург

У самцов крыс с интегрированным геном гормона роста человека обнаружена патология сальных (мейбомиевых) желез века. В таких железах происходит увеличение расширенных выводных протоков, выстланных многослойным плоским ороговевающим эпителием. Во-вторых, железистая часть желез представлена ацинусами: 1) интактными (96,5 ± 9,1 %) – пролиферирующие и дифференцирующиеся себоциты на разных стадиях жирового перерождения; 2) не содержащие (1,5 ± 0,5 %) дифференцированные себоциты. Количество митотически делящихся клеток достоверно превышает число пролиферирующих клеток интактных ацинусов (27,8 ± 2,6 ‰ и 11,1 ± 2,0 ‰ соответственно, $p < 0,05$); 3) промежуточная группа (2,0 % ± 1,0 %), которая наряду с клетками базального слоя в своем составе имеет незначительное число клеток дифференцирующихся себоцитов. Полученные нами результаты о трех группах ацинусов (и их клеточном составе) в мейбомиевой железе трансгенных крыс с интегрированным геном гормона роста обсуждаются с учетом литературных данных о стволовых герминативных клетках себоцитов, мультипатентных клетках и метаплазии.

Ключевые слова: трансгенные крысы, ген гормона роста человека, патология сальных (мейбомиевых) желез, себоциты, митотически делящиеся клетки

THE MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE SEBACEOUS (MEIBOMIAN) GLANDS OF EYELID RATS WITH INTEGRATED OF HUMAN GROWTH HORMONE GENE

[1]Kinzhibulatova R.Zh., [2]Dyban P.A.

[1]St. Petersburg State Pediatric Medical University MH RF, St. Petersburg, e-mail: kinro501@mail.ru;
[2]Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg

The male rats with the integrated genome of human growth hormone discovered the pathology of the sebaceous (meibomian) eyelid glands. In these glands there is an increase in dilated excretory ducts lined with stratified squamous keratinizing epithelium. Second, the glandular portion of the acini of the glands are represented by: 1) intact (96,5 ± 9,1 %) –proliferating and differentiated sebocyte in various stages of fatty degeneration; 2) not containing (1,5 ± 0,5 %) differentiated sebocyte. The number of mitotically dividing cells significantly exceeds the number of proliferated basal cells in intact acini (27,8 ± 2,6 ‰ and 11,1 ± 2,0 ‰ , $p < 0,05$); 3) intermediate group (2,0 % ± 1,0 %), with cells of the basal layer and a few cells differentiated. Our results on three groups of acini (and of their cellular composition) in meibomian gland of transgenic rats with the integrated genome of human growth hormone are discussed taking into account literature data on germ stem cells sebocytes, multipatent cells and metaplasia.

Keywords: transgenic rats, a gene for human growth hormone, pathology of the sebaceous (meibomian) glands, sebocyte, mitotically dividing cells

Первые лабораторные млекопитающие (мыши) с интегрированным геном гормона роста человека были получены в 1982 году в лаборатории Пальмитера [1], что явилось стартовым толчком для многочисленных исследований в разных странах мира. В нашей стране были не только воспроизведены эти исследования, но и впервые в мире были получены трансгенные крысы с интегрированным геном гормона роста человека [2]. За прошедшие годы на этой модели были получены фундаментальные данные не только об особенностях механизмов раннего развития, имеющие принципиальное значение для теоретической биологии, но и созданы подходы для практического применения трансгенных животных для получения тех или иных биопродуцентов.

Основная часть этих работ выполнена с использованием молекулярно-генетических методов и лишь в единичных работах производился гистологический анализ органов у трансгенных животных. Необходимо отметить, что изучение сальных желез в экспериментах по морфологическому исследованию трансгенных животных представляет значительный интерес в связи с тем, что сальные железы являются тканями-мишенями к определенным гормонам. При этом уровень секреции себоцитами сальных желез может колебаться в значительных пределах.

Сальные железы – железы секретирующие по голокриновому типу, представлены двумя группами: связанные и не связанные с волосом. Не связанные с волосом (сво-

бодные) железы крыс располагаются в наружном слуховом проходе (цимбаловская), в тарзальной пластинке века (мейбомиева), около сосков и т.д. Мейбомиева железа века представлена выводным протоком и концевыми отделами – железистой частью, состоящей из ацинусов, клетки которых (себоциты) выделяют секрет, защищающий глазное яблоко от повреждения.

Таким образом, **целью нашего исследования** являлось изучение морфологического строения сальной железы (мейбомиевой) века, не связанной с волосом, у трансгенных крыс с интегрированным геном гормона роста человека с обращением особого внимания на пролиферативные процессы базальных клеток ацинарной части органа.

Материалы и методы исследования

Работа была выполнена на сальных (мейбомиевых) железах 4 трансгенных и 10 интактных половозрелых самцов линии «Вистар. Трансгенные крысы были получены в Отделе эмбриологии ИЭМ посредством микроинъекции плазмиды с геном гормона роста человека и промоторов МТ-1 и ТАТ в мужской пронуклеус зиготы крысы[1]. Животные были умерщвлены в 16 часов в марте. Биологический материал (верхние веки крыс) фиксировали в жидкости Буэна. На серийных гистологических срезах толщиной 7 мкм, ориентированных перпендикулярно продольной оси верхнего века, окрашенных гематоксилин-эозином, азаном по Генденгайну, железным гематоксилином по Ясвоину, определяли число ацинусов, количество находящихся в них себоцитов на разных стадиях дифференцировки и количество митотически делящихся клеток базального слоя. Подсчет количества митозов производили на 3000 клеток. Статистическую обработку полученных результатов производили по Фишеру – Стьюденту.

Результаты исследования и их обсуждение

Ацинарная часть сальных (мейбомиевых) желез века интактных крыс представлена многочисленными ацинусами, впадающими в выводной проток и содержащими себоциты, находящимися на различных этапах жизненного цикла. Базальные клетки ацинуса, прилегающие к базальной мембране, образуют периферический слой эпителиоцитов ацинарной части мейбомиевой железы. Подавляющее большинство этих клеток вытянуто параллельно базальной мембране, цитоплазма их интенсивно базофильна. Ядра небольших размеров, темные вытянутой формы. Пролиферативные процессы наблюдаются именно в этом слое клеток. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что количество митотически делящихся клеток составляет 11,0 ± 2,0‰. Себоциты, располагающиеся выше базального слоя, не пролиферируют, а в процессе дифференцировки значительно увеличиваются в размерах, достигая максимальных параметров в месте соединения альвеолы с выводным протоком. В процессе жирового метаморфоза себоциты подвергаются гибели.

Анализ гистологических препаратов показал, что у трансгенных крыс с интегрированным геном гормона роста человека четко выражены патологические изменения сальных (мейбомиевых) желез века. Обращает на себя внимание в первую очередь большое количество кист, выстланных многослойным плоским ороговевающим эпителием. Анализ серийных препаратов показал, что такие кистообразно расположенные полости как сообщаются друг с другом, так и могут соединяться с наружной средой, т.е. являются частями своеобразно измененных расширенных выводных протоков. Необходимо отметить, что точно такие же морфологические изменения происходят и при патологических процессах в сальных железах: как и при возникновении acne [3], так и термическом поражении участков мейбомиевых желез крыс [4].

Анализ гистологических препаратов показал, что сальные (мейбомиевы) железы трансгенных крыс с интегрированным геном гормона роста человека представлены не одним как у интактных животных, а тремя типами ацинусов: 1) соответствующие интактным ацинусы (96,5 ± 9,1 %) – один слой базальных клеток, дифференцирующиеся себоциты на разных стадиях жирового перерождения; 2) не содержащие (1,5 ± 0,5 %) определяемые данными методами исследования морфологически идентифицируемые дифференцированные себоциты; 3) промежуточная группа (2,0 % ± 1,0 %), которая наряду с клетками базального слоя в своем составе имеет несколько клеток дифференцирующихся в себоциты. Анализ основной группы ацинусов показал наличие себоцитов, находящихся в различных стадиях дифференцировки, а также на последовательных этапах жировой гибели. Подсчет количества митотически делящихся клеток базального слоя не выявил изменения пролиферативной активности по сравнению с базальными малодифференцированными себоцитами ацинусов мейбомиевых желез интактных крыс (МК = 14,4 ± 2,0‰ и 11,1 ± 2,0‰ соответственно).

Наибольший интерес представляют собой выявленные нами ацинусы мейбомиевой железы, в которых нет видимых дифференцирующихся себоцитов, ацинусы выстланные реактивно измененными базальными клетками. Базальный слой таких ацинусов представлен 1–3 слоями уплощенных клеток. В таких ацинусах по сравне-

нию с контролем статистически достоверно возрастает количество митотически делящихся клеток (27,8 ± 2,6‰ и 11,1 ± 2,0‰ соответственно, $p < 0,05$). Анализ препаратов окрашенных по Ясвоину свидетельствует о появляющейся многослойности исследуемых структур. Аналогичные процессы наблюдаются и в реактивно измененных базальных клетках при термическом повреждении мейбомиевой железы, где в дальнейшем в ацинусах происходит формирование многослойного плоского, а в ряде случаев и многослойного плоского ороговевающего эпителия [4].

Необходимо отметить, что морфологическая перестройка сальных желез, в том числе и пролиферативная активность себоцитов и влияние гормонов на эти процессы, довольно подробно описаны у человека и лабораторных млекопитающих не только в различные периоды постнатального развития, но и при патологических процессах [3, 5–8]. Так, при определенных гормональных нарушениях происходит гиперпродукция себоцитами секрета, изменяется состав секрета, возможно и присоединение инфекции, наблюдается гиперкератоз эпителия выводных протоков с интенсивным отслаиванием чешуек. Все это может привести к нарушению функционирования сальных желез вплоть до закупорки протока и за счет увеличившейся его полости, частично происходит и увеличение самой железы и формированию акне [3]. Морфологическая перестройка сальных желез и их функционирование при гормональной патологии является не только моделью для изучения механизмов гомеостаза данных органов, но, к сожалению, и причиной возникновения заболеваний у дерматологических больных.

Сравнительный анализ морфологического строения мейбомиевых желез у трансгенных животных с интегрированным геном гормона роста затруднен в связи с незначительным количеством литературных сведений. Так гормон роста в условиях in vitro усиливает секрецию себоцитов при сохраненном числе синтезирующих ДНК клеток, а также увеличения их количества при действии инсулиноподобного фактора роста. Себоциты мейбомиевых желез трансгенных мышей с геном гормона роста быка в условиях in vivo также увеличивают свою секрецию. В этой единственной работе по изучению строения мейбомиевой железы трансгенной мыши с избытком гормона роста быка приведены сведения об особенностях строения железы, в частности увеличении размера органа, в отличие от мышей с нокаутом GHR (-/-). В последнем случае наблюдается уменьшение размеров мейбомиевой железы, гиперкератоз выводных протоков, ацинусов и замедленная дифференцировка себоцитов [9]. Обнаруженный нами факт наличия в сальной (мейбомиевой) железе века трансгенной крысы гетерогенной популяции ацинусов: 1) интактных (96,5 ± 9,1 %); 2) содержащих только 1–3 слоя уплощенных «базальных» (1,5 ± 0,5 %) со статистически достоверным увеличением количества митотически делящихся клеток; 3) промежуточных (2,0 % ± 1,0 %), т.е. содержащих не только базальные клетки, но и частично дифференцирующиеся, в настоящее время не может быть однозначно интерпретирован. Не исключено, что данные о гетерогенных ацинусах свидетельствуют о том, что в их составе есть две популяции себоцитов с разной чувствительностью к гормону роста человека. Для ответа на данный вопрос необходимо проведение дальнейших исследований.

Интерпретация собственных и литературных данных о выявленном нами стереотипном ответе сальных желез на различного рода воздействия, в частности, невозможна без привлечения сведений о становлении специализированных сальных клеток как в филогенезе, так и эмбриогенезе, а также с учетом представлений об иерархическом статусе стволовых клеток.

Известно, что сальные железы, отсутствуя у рыб, амфибий и рептилий, впервые появляются у позвоночных – у птиц в виде парной копчиковой железы. Таким образом, специализированные клетки сальных желез в филогенетическом ряду появляются гораздо позже, чем многослойный плоский эпителий.

Сроки становления сальных (мейбомиевых) желез века в онтогенезе были подробно описаны как для человека [3, 6–8], так и лабораторных животных (крыс [10] и мышей [11]). Установлено, что у человека закладка мейбомиевых желез наблюдается на четвертом месяце эмбрионального развития в виде выпячивания базального слоя эпителия – спаивающей эпителиальной пластинки века. К 14 неделе эмбриональная железа представлена тяжом, в котором возникают многочисленные боковые выпячивания – будущие секреторные альвеолы [3, 6, 7]. Становление сальных (мейбомиевых) желез века постадийно описано и у крысы [10]. Было показано, что у 2-суточных крысят обнаруживается начало формирования мейбомиевой железы. Проявляется это в том, что из боковой стенки сомкнутых век вглубь века растут тяжи клеток, которые через 6 суток дают выросты-аналоги альвеолярных частей мейбомиевой железы. У 8-суточных крысят появляются и первые себоциты.

К 12–14 суткам происходит окончателное формирование железы с ее основными компонентами: альвеолами, содержащими себоциты, и открытым выводным протоком. О степени дифференцировки себоцитов, свидетельствуют как количество пролиферирующих клеток к 17 дню соответствующих контрольному уровню, так и в какой-то мере интенсивность окраски себоцитов у 17-суточных крысят, не отличающееся по окраске и размерам клеток от взрослых животных [10]. У 8-дневных мышат мейбомиева железа разделена на протоковую и ацинарную части [11]. Необходимо отметить, что вне зависимости от пре- (человек) – или постнатального (крыса) развития сальных (мейбомиевых) желез века, их аналоги – тяжи начинают расти из более ранней сформированной структуры – многослойного плоского эпителия. Таким образом, по нашему мнению, при сильных воздействиях на сальные железы происходит гибель дифференцированных себоцитов, происходит дедифференцировка клеток, а базальные клетки являются источником возникновения метапластических участков – многослойного плоского эпителия (филогенетически более раннего), из которого в свое время, т.е. в пре- или раннем постнатальном онтогенезе и дифференцировались себоциты.

Хорошо известно, что непрямая, истинная, пролиферативная или регенераторная метаплазия – нарушение тканевой дифференцировки, осуществляемая в результате митотического деления клеток исходной ткани с последующей дифференцировкой в другом направлении [12]. Явления метаплазии должны рассматриваться в свете принципа тканевой детерминации с точки зрения гистогенетической классификации тканей. Так, в свое время была сформулирована точка зрения о том, что при повреждении переходного эпителия мочевого пузыря, который является разновидностью тканей эпидермального типа и находится на пути становления в новый тканевой тип, происходит образование участков многослойного плоского ороговевающего эпителия. Явления непрямой метаплазии также наблюдаются и при возникновении участков многослойного плоского (ороговевающего или неороговевающего) эпителия при повреждении многорядного мерцательного эпителия трахеи. При экспериментальных исследованиях бронхов, слюнных желез, тимусе, предстательной железы также формируется многослойный плоский эпителий. При дефиците витамина А наблюдается кератинизация слюнных желез, эпителия выстилающего носовую полость и т.д. Наблюдаемые превращения происходят в пределах тканевых типов одной группы, в данном случае в пределах эпидермального (анизодермального) типа [12]. Аналогичные процессы могут происходить и с эпителием ацинусов сальных желез. В данном случае эпителиоциты ацинусов принимают участие в формировании многослойного эпителия.

Процессы, наблюдаемые при тех или иных нарушениях гомеостаза сальных желез, также могут быть объяснены с учетом современных данных о стволовых клетках – источниках возникновения эпидермоцитов и себоцитов [7, 13–15]. По мнению большинства авторов статей, в эпидермисе дефинитивной кожи находятся три независимые популяции стволовых клеток: 1) мультипотентные (hair-bulg), 2) коммитированные в направлении дифференцировки себоцитов, 3) коммитированные в направлении дифференцировки кератиноцитов интерфолликулярного эпителия [7, 13–15]. Количество же работ о стволовых клетках себоцитов сальных желез не связанных с волосом, в частности, мейбомиевых, весьма и весьма ограничено [15]. По мнению этих авторов, в базальном слое ацинусов мейбомиевых желез находятся лишь прогениторные ТА клетки с быстрым временем обновления и которые способны в дальнейшем проходить все стадии дифферецировки по липидному типу, но не являющиеся медленно обновляющимися. В качестве кандидата стволовой клетки (мультипотентной) были предложены объекты, находящиеся вне самого ацинуса – в его выводном проточке, – медленно обновляющиеся клетки, в составе которых находятся зерна кератогиалина [15]. Процесс же регенерации сальных желез в плане участия тех или иных линий стволовых клеток к настоящему времени остается до конца не выясненным. Согласно некоторым предположениям мультипотентные клетки, смещаясь из проточка в ацинарную часть железы, могут быть в дальнейшем источником линии себоцитов. Иными словами, по мнению ряда исследователей, восстановление коммитированной линии себоцитов, вероятно, происходит из мультипотентных стволовых клеток, находящихся вне ацинарной части мейбомиевой железы. Это сходно с процессами, наблюдаемыми при гибели себоцитов в железах, связанными с волосом – новая генерация клеток может образовываться из мультипотентных клеток, находящейся в утолщенной зоне волосяного фолликула, и коммитирующихся в прогениторную линию себоцитов [7, 13, 14].

Заключение

При тех или иных воздействиях на сальные железы не связанные с волосом (влияние гормонов, термические воздействия), происходят стереотипные патологические изменения выводной части мейбомиевой железы, выражающиеся в гиперкератозе выводных протоков, утолщении стенок, увеличении полости и таким образом псевдоувеличением органа, не всегда обусловленным гиперсекрецией. Нами получены данные о том, что у трансгенных крыс с интегрированным геном гормона роста человека выявлены три группы ацинусов: 1) интактные; 2) содержащие 1–3 слоя уплощенных клеток (1,5 ± 0,5 %) при отсутствии дифференцирующихся себоцитов; 3) промежуточные (2,0 % ± 1,0 %), где наряду с клетками базального слоя обнаруживается и незначительное количество дифференцирующиеся себоцитов. Полученные нами результаты о трех группах ацинусов (и их клеточном составе) в мейбомиевой железе трансгенных крыс с интегрированным геном гормона роста обсуждаются с учетом литературных данных о стволовых герминативных клетках себоцитов, мультипатентных клетках и метаплазии.

Авторы приносят искреннюю благодарность С.И. Городецкому, Б.Л. Вайсману, Г.Ф. Голинскому, Т.В. Игнатьевой, проф. А.П. Дыбану.

Список литературы

1. Palmiter R., Brinster R., Hammer R., Trumbauer M., Rosenfeld M., Brinberg M., Evans R. Dramatic growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothinein-growth hormone fusen genes // Nature. – 1982. – V.300. – P. 611–615.

2. Дыбан А.П., Городецкий С.И. Интродукция в геном млекопитающих чужеродных генов. Пути и перспективы. Молекулярные и клеточные основы биотехнологии / ред. С.Г. Инге-Вечтомов. – Ленинград: Наука, 1986. – С. 82–97.

3. Zouboulis C., Picardo M, Ju , Kurokawa I, Torocsik D, Bíro T, Schneider M.. Beyond acne: Current aspects of sebaceous gland biology and function // Rev. Endocr. Metab. Disord. – 2016. – Vol. 17. – P. 319–334.

4. Кинжибулатова Р.Ж. Материалы к изучению физиологической и репаративной регенерации сальных желез: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Ленинград, 1975. – 22 с.

5. Butovich I.A. Meibomian glands, Mebium and meibogenesis // Exp. Eye Res. – 2017. – Vol. 217. – P.2–16.

6. Lipids and Skin Health/ Ed. A.Pappas – New York: Springer Science +Busieness Media, 2015 – 359 p.

7. Niemann C., Horsley V. Development and homeostasis of the sebaceous gland // Seminars in cell & developmental biology. – 2012. – V. 23, 8. – P. 928–936.

8. Knop E., Knop N., Millar Th., Obata H., Sullivan D.A. The International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction: Report of the Subcommittee on Anatomy, Physiology and Pathophysiology of the Meibomian Gland // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2011. – Vol.52. – P.1938–1978.

9. Liu Y., Knop E., Knop N., Sullivan D.A., List E., Kopchik J.J., Kam W.R., Ding J. Growth Hormone Influence on the Morphology and Size of the Mouse Meibomian Gland // Journal of Ophthalmology. – 2016. – Volume 2016 Article. hpp://dx.doi.org/10.1155/2016/5728071.

10. Дыбан П.А., Кинжибулатова Р.Ж. Становление сальных (мейбомиевых) желез крыс в раннем постнатальном онтогенезе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 12–1. – С. 71–73.

11. Nien Ch.Y., Massei S., Lin G., Liu H., Paugh J.R., Chia-Yang Liu, Kao W.Wh.-Y., Brown D.J., and Jester J. V. The development of meibomian glands in mice // Mol. Vis. – 2010. – V 16. – P. 1132–1140.

12. Михайлов В.П. Классификация тканей и явления метаплазии в свете принципа тканевой детерминации // Архив анатомии, гистологии, эмбриологии. – 1972. – Т. 62, № 6. – С.12–33.

13. Zouboulis Ch., Adjaye J., Akamatsu H., Behrens G., Niemann C. Human skin stem cells and the ageing process // Exp.Gerontology. – 2008. – Vol.43. – P.986–997.

14. Blanpain E., Fuchs E. Epidermal homeostasis: a balancing act of stem cells in the skin // Nat. Rev. Mol. Cel. Biol. – 2009. – V.10 № 3. – P. 207–217.

15. Parfitt G., Xie Y., Geyfman M., Brown D.J., Yester J.V. Absence of ducttal hyper-keratinization in Mouse age-related meibomian gland disfunction (ARMGD // Impact Journal of Aging. – 2013. – V.5, № 11. – P.825–834.

УДК 577.112.856:579.252.5

ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО РЕКОМБИНАНТНОГО АПОЛИПОПРОТЕИНА А-I ДЛЯ ПЕРЕНОСА НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Котова М.В., Рябченко А.В., Трифонова Н.В., Князев Р.А., Поляков Л.М.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биохимии», Новосибирск, e-mail: borrelia@mail.ru

В работе представлен материал по получению модифицированного варианта аполипопротеина А-I (апоА-I) человека, и изучению его способности связываться с фрагментами ДНК различной длины в сравнении с рекомбинантным белком нативной формы. Модификация заключалась во введении в структуру апоА-I с С-конца белка фрагмента в виде 10 аминокислотных остатков лизина (апоАрК10). Предполагалось, что введенный полилизиновый фрагмент будет способен конденсировать ДНК. Рекомбинантные белки были получены клонированием соответствующих кодирующих ДНК в клетках E. coli в составе экспрессирующего вектора, с последующим разрушением и очисткой белков с помощью аффинной хроматографии. Методом ретардации фрагментов ДНК в агарозном геле показано дозозависимое связывание апоАрК10 с двухцепочечной ДНК размером ~1000 и 4700 п.н., в случае белка нативной формы специфического взаимодействия выявлено не было. Инкубация плазмидной ДНК с избытком белка в присутствии эндонуклеазы рестрикции защищала плазмиду от гидролиза. Таким образом, полученный белок апоАрК10 специфически связывается с ДНК и может являться перспективным переносчиком нуклеиновых кислот.

Ключевые слова: рекомбинантный аполипопротеин А-I человека, трансфекция, ДНК, E. coli

DESIGN OF MODIFIED RECOMBINANT APOLIPOPROTEIN A-I FOR TRANSFER OF NUCLEIC ACIDS

Kotova M.V., Ryabchenko A.V., Trifonova N.V., Knyazev R.A., Polyakov L.M.

Institute of Biochemistry, Novosibirsk, e-mail: borrelia@mail.ru

The paper report design of a modified apolipoprotein A-I (apoA-I), and the study of its ability to bind to DNA fragments of different lengths in comparison with a recombinant native protein. The modification consisted introducing into the apoA-I structure from the C-terminus 10 amino acid residues of lysine (apoApK10). It was assumed that the introduced polylysine fragment would be able to condense DNA. Recombinant proteins were obtained by cloning coding DNA in E. coli cells, as part of an expression vector, followed by destruction and purification of proteins by affinity chromatography. The retardation of DNA fragments in an agarose gel showed a dose-dependent binding of apoApK10 to double-stranded DNA of size ~ 1000 and 4700 bp. In contrast, the native protein did not show a specific interaction with DNA. Incubation of plasmid DNA with excess protein in the presence of restriction endonuclease protected the plasmid from hydrolysis. Thus, the obtained apoApK10 protein specifically binds to DNA, and can be a promising nucleic acid carrier.

Keywords: recombinant human apoA-I, transfection, DNA, E .coli

В настоящее время большую роль в области генной терапии занимают исследования по конструированию безопасных переносчиков нуклеиновых кислот на основе модульных полипептидов. Такие полипептиды состоят из различных функциональных модулей: сигналы ядерной локализации; лиганды для распознавания полипептидом определенного типа клеток; домены, конденсирующие нуклеиновые кислоты; пептиды способствующие высвобождению комплексов полипептид-НК из эндосом и другие различные модули [1, 2]. В настоящем исследовании мы предположили, что основой для такого полипептида-переносчика мог бы быть белковый компонент липопротеинов высокой плотности – аполипопротеин А-I (апоА). Многие клетки организма имеют на мембранах к апоА специфические рецепторы [3], особенно высокий уровень рецепторов был обнаружен в гепатоцитах и опухолевых клетках. Это свойство может быть использовано в качестве одной из функций полипептида на основе апоА при доставке плазмидных ДНК (пДНК) в клетки с помощью рецептор-опосредованного эндоцитоза. Второй особенностью апоА является его свойство взаимодействовать с нуклеиновыми кислотами. Так, ранее в Институте биохимии было показано, что свободный апоА, а также в комплексе с тетрагидрокортизолом связывается с эукариотической ДНК [4]. Эти предпосылки – специфическое (или слабоспецифическое) взаимодействие апоА с ДНК и рецепторный эндоцитоз апоА клетками, позволили предположить возможность использования этого белка в качестве переносчика пДНК в клетку. Мы также предположили, что можем увеличить аффинность апоА к ДНК путем введения в структуру белка фрагмента, состоящего из повторов аминокислоты лизина, имеющей положительный заряд при нейтральном pH. Известно, что фрагменты гистоновых белков, способных

связываться с ДНК, богаты лизином [5]. В связи с этим **целью настоящего исследования** явилась модификация рекомбинантного апоА человека путем введения в его структуру полилизинового фрагмента, в также изучение способности полученного белка специфически связываться с ДНК.

Материалы и методы исследования

Для амплификации гена апоА была использована плазмида, полученная ранее в нашей лаборатории, несущая ген апоА человека [6]. Для амплификации использовали праймеры, представленные в таблице. ПЦР проводили с помощью набора реагентов с Taq ДНК-полимеразой («Евроген», Россия) на амплификаторе МС-2 («ДНК-технология», Москва). Состав реакционной смеси использовали согласно инструкции к набору. Для клонирования гена использовали модифицированный нами ранее вектор pET36b(+) «Novagen» (США) [7]. Для модификации гена в составе плазмиды pET36b(+) по сайту XhoI на 3'-конце гена апоА был встроен дуплекс, кодирующий 16 а.о., в том числе 10 а.о. лизина. Для получения дуплекса использовались олигонуклеотиды № 12 и № 13 (таблица). Олигонуклеотиды были синтезированы ЗАО «Биосан» (Россия).

Плазмиды гидролизовали эндонуклеазами рестрикции FauND I (прототип Nde I) и Sfr274 I (прототип Xho I), согласно инструкции фирмы-производителя ферментов «СибЭнзим» (Россия). Фрагменты ДНК разделяли с помощью электрофореза в агарозном геле с последующим извлечением нужного фрагмента из геля набором «Cleanup Standard» «Евроген» (Россия). Фрагменты ДНК лигировали с помощью фермента Т4 ДНК-лигазы согласно инструкции фирмы производителя «СибЭнзим» (Россия).

Трансформацию клеток *E. coli* плазмидными ДНК проводили с помощью электропорации по методике фирмы-производителя прибора («PeqLab, Biotechnologie GmbH», Германия). Рекомбинантные клоны *E. coli* отбирали на селективной среде LB (lysogeny broth), содержащей канамицин (30 мкг/мл).

Для изучения связывания белков с ДНК использовали плазмиду pTagGFP2-C размером ~ 4700 п.н. («Евроген», Россия) и амплифицированный фрагмент плазмиды pET36b(+), размером ~ 1000 п.н., содержащий ген апоА. Плазмиду нарабатывали в клетках *E. coli* штамм «NovaXGF» («Novagen», США) в среде LB в присутствии канамицина 30 мкг/мл. Плазмиду выделяли из клеток набором «PlasmidMidiprep» («Евроген», Россия). Фрагмент плазмиды, содержащий ген апоА, получали с помощь ПЦР с праймерами № 268F и № 13. Качество плазмиды, анализ фрагментов ДНК и продуктов ПЦР осуществляли методом электрофореза в 0,8–1,2 % агарозном геле с последующим окрашиванием ДНК бромистым этидием.

В качестве хозяйских клеток-продуцентов рекомбинантных белков использовали клетки *E. coli* шт. BL21(DE3). Для наработки биомассы клеток и выделения белка из отобранного клона *E. coli* выращивали ночную культуру в среде LB объемом 5 мл при 37 °C. На следующий день ночную культуру переносили в двухлитровую колбу с 500 мл свежей среды LB, содержащей канамицин 30 мкг/мл. Клетки выращивали при активном перемешивании и 37 °C до оптической плотности D_{600} = 0,8–1,2 о.е. и добавляли индуктор – изопропил-β-D-1-тиогалактопиранозид до 0,05 мМ. Далее клетки инкубировали 18 ч при 30 °C. По окончании инкубации клетки осаждали центрифугированием при 3000 об/мин в течение 20 мин, осадок замораживали и хранили до выделения белка. Клеточные лизаты и белки анализировали в 12 % полиакриламидном геле (ПААГ) по Лэммли.

Рекомбинантные белки выделяли из клеток-продуцентов *E.coli* с помощью аффинной хроматографии на сорбенте «Ni-NTA Superflow» («Qiagen», США) в денатурирующих условиях. Белки обессоливали методом диализа против фосфатно-солевого буфера pH 7,4–7,5 и стерилизовали фильтрованием через фильтр с размером пор 0,22 мкм.

Измерение концентрации белков и пДНК проводили спектрофотометрически в ЦКП «Спектрометрические измерения» на базе НИИ биохимии, г. Новосибирск. Измерение концентрации белков при λ = 280 нм и концентрации ДНК при λ = 260 нм проводили на спектрофотометре Evolution 300 («Thermo Scientific», США).

Результаты исследования и их обсуждение

Ранее в нашей лаборатории был получен продуцент рекомбинантного белка апоА на основе клеток *E. coli* [6]. Эта конструкция была использована в качестве матрицы для последовательной амплификации гена с помощью пар праймеров № 3Fa + № 6R, № 3Fb + № 6R и № 3Fc + № 6R (таблица). Это позволило ввести с 5'-конца гена фрагмент ДНК, кодирующий пептид проформы белка (Agr-His-Phe-Trp-Gln-Gln), поскольку известно, что без данного пептида уровень синтеза белка в клетках *E. coli* является очень низким. Праймеры № 3Fc и № 6R в своей структуре несли сайты эндонуклеаз рестрикции Nde I и Xho I, соответственно. Ампликон гена апоА был встроен в модифицированный нами вектор pET36b(+) [7], при этом на 3'-конце гена апоА, после сайта эндонуклеазы рестрикции Xho I появлялась последовательность ДНК, кодирующая 8 а.о. гистидина, что позволяло в дальнейшем выделять белок с помощью металл-хелатной аффинной хроматографии. При трансформации клеток было отобрано несколько клонов, положительных в ПЦР, несущих вставку гена апоА и способных синтезировать рекомбинантный белок при индукции клеток-продуцентов 0,05 мМ ИПТГ. Последующее выделение белка апоА из этих клонов и анализ фракций в ПААГ подтвердило правильность выбора (рис. 1, дорожки 1–3). Выход рекомбинантного апоА составил около 50 мг/л культуры клеток продуцента. Один из клонов использовался для выделения пДНК, которая в дальнейшем послужила для модификации гена апоА и введения в структуру фрагмента, кодирующего 10 а.о. лизина.

Используемые в работе олигонуклеотиды

Название	Структура (5’-3’)
Прямой праймер № 3Fa	CTGGCAGCAAGATGATCCGCCGCAGAGC
Прямой праймер № 3Fb	TGCGCCATTTCTGGCAGCAAGATGATCC
Прямой праймер № 3Fc	TATCTTCATATGCGCCATTTCTGGCAGC
Обратный праймер № 6R	TACATCTCGAGCTGGGTGTTCAGCTTCTTAG
№ 12 (смысловой олигонуклеотид)	TCGACGGCCCGGCGAAAAAGAAAAAGAAAT TAAAGAAAAAGAAAAAGC
№ 13 (антисмысловой олигонуклеотид)	TCGAGCTTTTTCTTTTTCTTTAATTTCTTTTTC TTTTTCGCCGGGCCG
Прямой праймер № 268F	ATGCGTCCGGCGTAGA

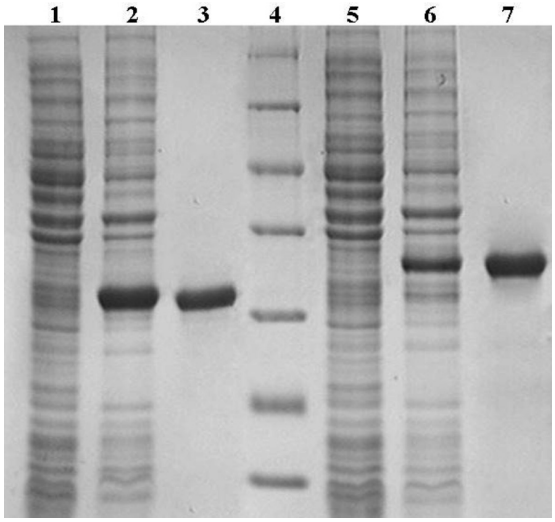


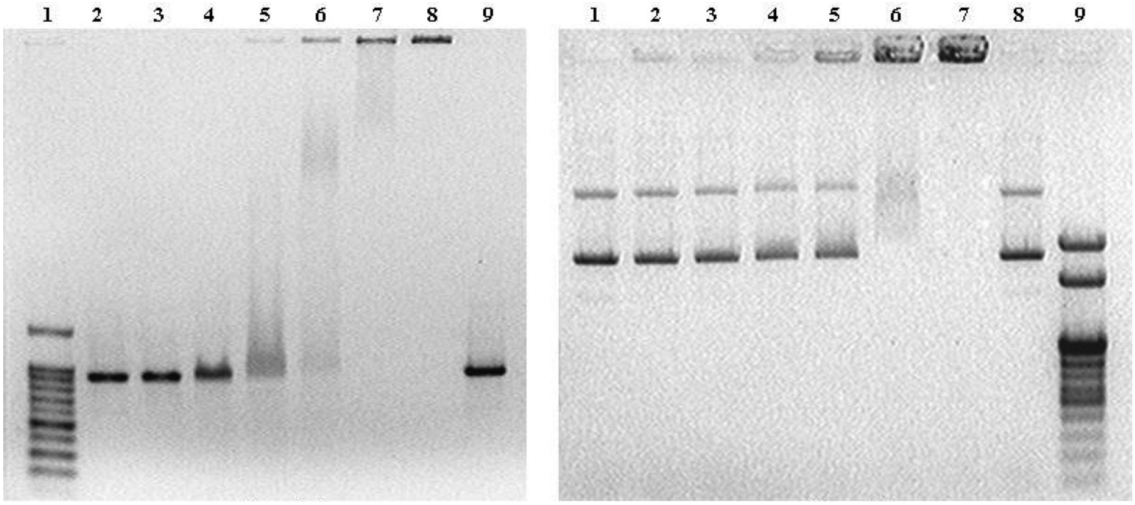
Рис. 1. Электрофореграмма анализа фракций получения рекомбинантных белков апоА и апоАрК10 из клеток E. coli в 12% ПААГ. Дорожки: 1 и 2 – клеточные лизаты клеток-продуцентов апоА без индуктора и с индуктором соответственно; 3 – очищенный апоА; 4 – маркерные белки, бета-галактозидаза 116 кДа, бычий сывороточный альбумин 66,2 кДа, овальбумин 45,0 кДа, лактатдегидрогеназа 35 кДа, эндонуклеаза рестрикции Bsp98I 25 кДа, бета-лактоглобулин 18,4 кДа, лизоцим 14,4 кДа (Thermo Fisher Scientific, США); 5 и 6 – клеточные лизаты клеток-продуцентов апоАрК10 без индуктора и с индуктором, соответственно; 3 – очищенный апоАрК10

В полученную пДНК по сайту Xho I между геном апоА и 8 а.о. гистидина был встроен дуплекс, кодирующий 16 а.о., десять из которых представляли полилизиновый фрагмент, поделенный на две части остатком лейцина (LDGPAKKKKKLKKKKK). Дуплекс был получен путем эквимолярной гибридизации олигонуклеотидов № 12 и № 13, при этом дуплекс образовывал «липкие концы» для встройки в плазмиду, гидролизованную по Xho I сайту рестрикции. Клоны, несущие вставку полилизинового фрагмента в составе плазмиды, были отобраны методом ПЦР и проанализированы на способность синтезировать модифицированный белок апоАрК10 с помощью индукции ИПТГ и последующим анализом клеточных лизатов в ПААГ (рис. 1, дорожки 5–7). Часть положительных клонов была отобрана в музей и далее использовалась для наработки биомассы и выделения белка апоАрК10, аналогично рекомбинантному апоА.

Известно, что необходимой предпосылкой для использования белка в качестве переносчика нуклеиновых кислот является его специфическое взаимодействие с ними. Одним из способов определения взаимодействия белка с ДНК является метод ретардации фрагментов ДНК в агарозном геле. Задержка ДНК в присутствии белка свидетельствует об образовании комплексов белок – ДНК, двигающихся с уменьшенной скоростью относительно свободной ДНК, либо полностью останавливающихся в геле. Для анализа мы использовали амплифицированный методом ПЦР фрагмент плазмиды размером ~1000 п.н. и плазмидную ДНК pTagGFP2-C размером ~4700 п.н. Исследовались различные соотношения по массе белок/ДНК, от 0,5:1 до 16:1. Смеси инкубировали в течение 15 минут при комнатной температуре в фосфатно-солевом буфере при комнатной температуре, затем к образцам добавляли 1/10 часть 100% глицерина, образцы сразу же вносили в карманы геля и проводили электрофорез. Анализ взаимодействия апоАрК10 и ДНК показал, что полная задержка фрагментов ДНК и плазмиды в карманах геля происходила при избытке белка в ~16 раз (рис. 2, А, дорожка 8 и рис. 2, Б, дорожка 7).

В качестве контрольного анализа аналогичным образом было исследовано взаимодействие рекомбинантного апоА не содержащего полилизинового фрагмента. Результаты показали отсутствие изменений подвижности фрагментов ДНК в геле, даже при избытке белка по массе в 16 раз (данные

не приводятся). Таким образом, задержка фрагментов ДНК в агарозном геле свидетельствует о том, что модифицированный апоАрК10, за счет введения в его структуру фрагмента из 10 а.о. лизина, приобрел способность конденсировать на себе ДНК, т.е. образовывать комплекс белок – ДНК. Из литературных данных известно, что гистоновые белки, эффективно переносящие ДНК в клетки млекопитающих, осуществляют полную задержку плазмиды в карманах геля уже при соотношении белок – ДНК равном 1:1, например H1C гистон [8]. Возможно, что введение в структуру белка 10 а.о. лизина оказалось недостаточным для эффективного переноса ДНК в клетки.



А *Б*

Рис. 2. А. Электрофореграмма анализа смесей амплифицированных фрагментов плазмиды и апоАрК10. Дорожки: 1 – ДНК маркер 100–1000 и 1500 п.н. («СибЭнзим», Россия); 2 и 9 – фрагменты без инкубации с белком; 3–8 – фрагменты, инкубированные с избытком белка по массе в 0,5, 1, 2, 4, 8 и 16 раз соответственно. Б. Электрофореграмма анализа смесей плазмиды pTagGFP2-C и апоАрК10. Дорожки: 1 и 8 – контрольная плазмида, инкубированная без апоАрК10; 2–7 – образцы плазмиды, инкубированные с избытком апоАрК10 по массе в 0,5, 1, 2, 4, 8 и 16 раз соответственно; 9 – ДНК маркер 100–1000 п.н., 2 и 3 т.п.н. («СибЭнзим», Россия)

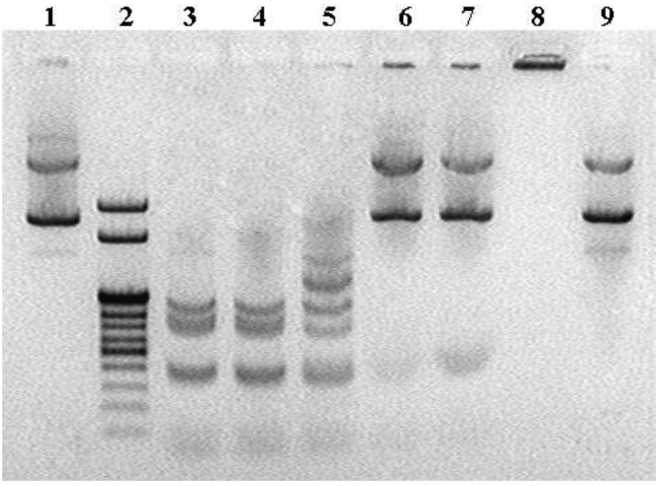


Рис. 3. Электрофореграмма анализа смесей плазмиды pTagGFP2-C и апоАрК10 в присутствии Hinf I. Дорожки: 1 и 9 – контрольная плазмида, инкубированная без апоАрК10; 2 – ДНК маркер 100–1000 п.н., 2 и 3 т.п.н. («СибЭнзим», Россия); 3 – плазмида, инкубированная с ферментом; 4–7 – образцы плазмиды, инкубированные с ферментом, в присутствии белка апоАрК10 с избытком по массе в 2, 4, 8 и 16 раз соответственно; 8 – плазмида, инкубированная с избытком апоАрК10 по массе в 16 раз, в пробу не добавляли додецилсульфат натрия

Известно, что для успешного применения белка в качестве переносчика нуклеиновых кислот в клетки млекопитающих белок должен защищать переносимый материал от нуклеаз [1, 2]. В частности, трансфекция обычно проводится в присутствии 10% фетальной бычьей сыворотки, которая является источником нуклеаз. Чтобы смоделировать подобную ситуацию, мы решили изучить взаимодействие плазмиды pTagGFP2-C с апоАрК10 в присутствии эндонуклеазы рестрикции Hinf I. В результате полного гидролиза плазмиды ферментом должно образовываться 13 фрагментов размером 1010, 860, 782, 464, 442, 410, 396, 134, 58, 55, 52, 37 и 22 п.н. Как и в предыдущем эксперименте, белок инкубировали с плазмидой, затем в пробы добавляли по 1 ед. фермента и продолжали инкубацию проб при 37°С в течение 30 мин. После чего, для диссоциации комплексов белок – плазмида, к пробам добавляли додецилсульфат натрия до 0,5% по объему и вносили пробы в карманы геля. Результаты анализа представлены на рис. 3.

Анализ взаимодействия апоАрК10 с плазмидой в присутствии эндонкулеазы рестрикции Hinf I показал, что при малом избытке белка (в 2 раза) плазмида полностью гидролизовалась, аналогично плазмиде, инкубированной без белка (рис. 3, дорожки 3 и 4). При избытке белка в 8 и 16 раз плазмида сохраняла исходную форму и не подвергалась гидролизу.

Заключение

В результате выполнения работы получен модифицированный апоА-I человека, содержащий на С-конце 10 а.о. лизина. Полученный белок апоАрК10 дозозависимым образом взаимодействовал с ДНК и защищал ее от нуклеазы Hinf I, что свидетельствует о специфичности взаимодействия. Полученный белок может быть перспективным переносчиком нуклеиновых кислот в клетки организма.

Список литературы

1. Canine B.F., Hatefi A. Development of recombinant cationic polymers for gene therapy research // Advanced drug delivery reviews. – 2010. – vol. 62, no. 15. – P. 1524–1529.

2. Использование процессов внутриклеточного транспорта для доставки лекарств в заданный компартмент клетки / А.А. Розенкранц [и др.] // Биохимия. – 2014. – № 9. – С. 1148–1168.

3. Farve G., Tazi K., Le G., Bennis F., Hachem H., Soula G. High density lipoprotein3 bindings sites are related to DNA biosynthesis in the adenocarcinoma cell line A549 // J. Lipid. Res. – 1993. – vol. 34, no. 7. – P. 1093–1106.

4. Структура сайтов взаимодействия ДНК эукариот с комплексами стероидный гормон-аполипопротеин А-I / Л.Е. Панин [и др.] // Молекулярная биология. 2007. – № 4. – С. 583–588.

5. Соловьева В.В. Перенос рекомбинантных нуклеиновых кислот в клетки (трансфекция) с помощью гистонов и других ядерных белков / В.В. Соловьева, Н.В. Кудряшова, А.А. Ризванов // Гены и Клетки. – 2011. – № 3. – С. 29–40.

6. Рябченко А.В. Конструирование суперпродуцента рекомбинантного аполипопротеина А-I человека на основе клеток Escherichia coli / А.В. Рябченко, М.В. Котова, Л.М. Поляков // СНМЖ. – 2015. – № 6. – С. 16–21.

7. Рябченко А.В. Сравнительный структурный и иммунохимический анализ рекомбинантных антигенов OspC новосибирских изолятов спирохет Borrelia garinii и Borrelia afzelii / А.В. Рябченко, В.С. Караваев, А.Б. Беклемишев // Сиб. науч. мед. ж. –2010. – № 2. – С. 6–12.

8. Jung H.J., Hwang D.S., Wei Q.D., Cha H.J. Carassius auratus-originated recombinant histone H1 C-terminal peptide as gene delivery material // Biotechnology progress. – 2008. – vol. 24, no. 1. – P. 17–22.

УДК 57.084:547.96

ИЗУЧЕНИЕ ЭМБРИОТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДНОЦЕПОЧЕЧНОЙ ВЫСОКОПОЛИМЕРНОЙ РНК ИЗ SACCHAROMYCES CEREVISIAE

[1]Ямковой В.И., [2]Ямковая Т.В., [1]Мамаев А.Л., [1]Пыхтина М.Б., [1]Поляков Л.М.

[1]НИИ биохимии, Новосибирск, e-mail: vitalang2@mail.ru;
[2]ООО «Виталанг», Новосибирск

В данной работе исследовано влияние амфифильной одноцепочечной высокополимерной РНК Saccharomyces cerevisiae, введенной в период с 1 по 19 день беременности, на показатели репродуктивной функции крыс. Установлено, что в предлагаемой терапевтической дозировке (1 мг/кг) препарат не оказывал влияния на количественные характеристики желтых тел, мест имплантации, на показатели пре- и постимплантационной смертности. В то же время введение препарата незначительно повышало число кровоизлияний во внутренние органы и ткани эмбрионов, что может быть связано с повышенным действием препарата на проницаемость сосудов. В дозировке, десятикратно превышающей предлагаемую дозу, препарат оказывал неблагоприятное действие на процесс эмбрионального развития, которое проявлялось в увеличении количества плодов с гематомами, аномалиями развития внутренних органов и скелета.

Ключевые слова: дрожжи Saccharomyces cerevisiae, амфифильная высокополимерная РНК, эмбриогенез крыс, олеиновая кислота

INVESTIGATION OF EMBRYOTOXIC PROPERTIES OF HIGH POLYMERIC SINGLE-CHAIN RNA FROM SACCHAROMYCES CEREVISIAE

[1]Yamkovoy V.I., [2]Yamkovaya T.V., [1]Mamaev A.L., [1]Pykhtina M.B., [1]Polyakov L.M.

[1]Institute of Biochemistry, Novosibirsk, e-mail: vitalang2@mail.ru;
[2]LLC «Vitalang», Novosibirsk

The influence of high-polymeric single-stranded amphiphilic RNA from Saccharomyces cerevisiae admistrated on days 1-19 of gestation on reproductive function in rats investigated. It is found that administration of the drug at proposed therapeutic dosage (1 mg/kg) had no effect on the quantitative characteristics of corpora lutea, implantation sites, and did not lead to pre- and post-implantation mortality. Introduction of the drug slightly increased the number of hemorrhages in organs and tissues of embryos, which can be associated with increased vascular permeability. In the dosage tenfold higher than the proposed dose, the drug has an adverse effect on the process of embryonic development which manifests itself as increased number of fetuses with hematomas and developmental abnormalities of internal organs.

Keywords: yeasts Saccharomyces cerevisiae, amphiphilic high-polymeric RNA, embryogenesis in rats, oleic acid

Рибонуклеиновые кислоты являются важнейшим компонентом клетки и выполняют в ней множество различных функций. Кроме основных видов РНК, в клетке присутствуют многочисленные виды минорных РНК, которые, как выяснилось, играют регуляторную роль в самых разнообразных клеточных процессах [1–3]. В этой связи исследование компонентов минорной РНК, особенно ее высокополимерной фракции, представляет несомненный интерес. Ранее в ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» из дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* были выделены и изучены препараты высокополимерной РНК, получившие название Полирибонат и Ридостин. Препараты состоят из гидрофильных молекул, хорошо растворимых в воде. Полирибонат обладает противовирусными свойствами, стимулирует гемопоэз, является иммуномодулятором и адъювантом, используется в ветеринарии [4]. Ридостин – препарат двуспиральной РНК и высокополимерной РНК, также является индуктором синтеза интерферона, стимулирует гуморальный иммунный ответ и антиген-реактивные Т-лимфоциты, активизирует функцию макрофагов и нейтрофилов, обладает иммуноадъювантными свойствами при совместном использовании с антибактериальными и противовирусными вакцинами, а также является стимулятором роста животных [5].

Недавно нами было описано получение принципиально иной фракции амфифильной одноцепочечной высокополимерной РНК из пекарских дрожжей, содержащей короткие двуспиральные участки [6]. В основе данной технологии детергентный лизис дрожжевых клеток при повышенной температуре в присутствии олеиновой кислоты. Препарат был назван Виталанг-2.

Основные характеристики препарата:

– растворимость в воде – удовлетворительная (в отличие от гидрофильного Полирибоната, растворяющегося в воде в течение нескольких секунд, препарат Виталанг-2 растворяется в воде при комнатной температуре только через 30–60 мин при периодическом перемешивании), водный раствор мылкий, нерастворенные крупинки скользкие;

– весовая экстинкция, D_{260},ед./мг – 10–18,5; содержание КРФ, % ≤ 10; прирост КРФ за 1 сут. при 25°С, % ≤ 0,5; спектральные отношения: D_{230} / D_{260} – 0,25–0,55; D_{250} / D_{260} – 0,86–0,94; D_{280} / D_{260} – 0,40–0,65.

Наличие в препарате связанной олеиновой кислоты приводит к снижению его растворимости в воде. Однако по этой же причине препарат обладает способностью проникать через биологические мембраны и проявляет более высокую биологическую активность [6, 7]. Транспортированные с помощью олеиновой кислоты, обладающей в анионной форме амфифильными свойствами, молекулы РНК воспринимаются как некие вирусоподобные частицы, которые могут вызывать в организме животного индукцию биосинтеза эндогенного интерферона γ.

В испытаниях *in vivo* на модели гибридных мышей препарат Виталанг-2 дозозависимо увеличивает массу лимфоидных органов (тимуса и селезенки), количество клеток в них, а также содержание в плазме крови иммуноглобулинов класса M и G, как показано в работе [8]. Это позволяет использовать препарат Виталанг-2 для увеличения неспецифической резистентности к инфекционным заболеваниям. Помимо этого, данный препарат подавляет клеточный иммунный ответ, что делает перспективным его применение в лечении заболеваний, характеризующихся гиперчувствительностью замедленного типа, например туберкулёза и проказы.

В работе [9] было проведено исследование интерферогенной активности препарата Виталанг-2. Установлено, что в организме мышей препарат действительно вызывает дозозависимое увеличение концентрации гамма-интерферона. Также в работе [9] испытывали противовирусную активность препарата *in vitro* на модели вирусного заболевания (вирусной диареи – болезни слизистых оболочек ВД-БС) крупного рогатого скота. На линии клеток коронарных сосудов телёнка показано, что введение препарата в дозе 5 мг/мл вызывает ингибирование вируса ВД-БС. Таким образом, данный препарат в перспективе может быть использован для лечения вирусного гепатита С человека.

Целью настоящей работы является изучение эмбриотоксических свойств препарата Виталанг-2 на модели беременных самок крыс.

Материалы и методы исследования

Выделение высокополимерной РНК из пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* проводили, как описано в работе [6]. Свежие прессованные пекарские дрожжи (1 кг) суспендировали в кипящей воде (2 л), содержащей 45 г олеиновой кислоты, оттитрованной 20 мл 2,5 М NaOH. Суспензию кипятили 40 мин при 98–102 °С и частом перемешивании. По мере упаривания общий объём доводили кипящей водой до 3 л. По окончании экстракции в горячую суспензию добавляли кипящую воду до 4,5 л, перемешивали и отстаивали при комнатной температуре в течение 22 ч.

Далее высаливали РНК следующим образом: отстоявшийся супернатант отделяли декантацией, добавляли 620 г NaCl и свежекипяченую воду до 3,5 л. Суспензию перемешивали до полного растворения соли и инкубировали при комнатной температуре в течение 22 ч. Образовавшийся осадок высокополимерной РНК отделяли центрифугированием, промывали последовательно 3М раствором NaCl и 96 % этанолом. Окончательную экстракцию высокополимерной РНК осуществляли экстракцией дистиллированной водой, разливали препарат в стеклянные виалы по 1,5 мл (30 мг РНК) и проводили лиофильную сушку препарата. Стерилизацию проводили, прогревая укупоренные виалы при 110 °С в течение 1 часа.

Исследование эмбриотоксических свойств препарата Виталанг-2 проводили на самках крыс Wistar с массой 230–260 г. Животные содержались в стандартных условиях вивария при естественном освещении на сбалансированном пищевом рационе. Самок, находящихся в стадии эструса, подсаживали на сутки к самцам в соотношении 2/1. Оплодотворение регистрировали на основе анализа влагалищных мазков.

Для исследования отобрали 54 беременные самки, которые были разделены на три экспериментальные группы, две опытные и одна контрольная, по 18 самок в каждой группе. Доза препарата Виталанг-2 для крыс первой опытной группы составила 1 мг/кг массы тела (предлагаемая терапевтическая доза) и 10 мг/кг массы для второй опытной группы. Препарат растворяли в воде для инъекций и вводили интраназально с 1 по 19 день беременности в объеме 80 мкл (по 40 мкл в каждый носовой проход). Контрольным животным вводили эквивалентный объем воды для инъекций.

Токсическое действие препарата на развитие эмбрионов исследовали на 20-й день беременности после эвтаназии животных. В ходе патоморфологического исследования регистрировали следующие показатели: количество желтых тел беременности, мест имплантации, живых и погибших эмбрионов, массу эмбрионов, плаценты, кранио-каудальный размер плодов, внешние аномалии развития, число и локализацию гематом.

На основании полученных данных рассчитывали предимплантационную и постимплантационную смертность плодов, суммарную массу плаценты и плодов у каждой беременной самки, количество подкожных кровоизлияний (в процентах). Предимплантационную и постимплантационную смертность рассчитывали по рекомендациям, изложенным в методических руководствах [10, 11].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью пакета программ «Statgraphics, Vers.5.0» (Statistical Graphics Corp., USA). Сравнения двух групп из совокупностей с нормальным распределением проводили с помощью t-критерия Стьюдента. Статистически значимыми считались различия данных при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования было обнаружено, что беременность в группах крыс, которым препарат Виталанг-2 вводили в течение 19 дней в дозах 1 мг/кг и 10 мг/кг, сохранялась в 67% и 89% случаев, соответственно. В контрольной группе данный показатель составил 61%. В случаях, когда беременность не развивалась, у животных отмечали признаки эндометрита. Увеличение сохранности беременности крыс в опытных группах может быть следствием повышения иммунитета животных в результате введения препарата, которое может приводить к улучшению состояния слизистой оболочки эндометрия [12].

Введение препарата Виталанг-2 самкам крыс в течение 19 дней беременности не приводило к снижению массы тела животных, не оказывало существенного влияния на количественные характеристики желтых тел, мест имплантации, а также на показатели предимплантационной и постимплантационной смертности.

Также введение препарата с 1 по 19 день беременности не приводило к значимым изменениям массы плаценты, среднего количества плодов на самку, их массы и кранио-каудального размера. При макроскопическом осмотре плодов крыс в контрольной группе животных не было обнаружено аномалий развития. В то же время в первой и второй опытных группах было зарегистрировано появление эмбрионов с кровоизлияниями, вплоть до множественных гематом в разных участках тела (6,3% и 5,5% соответственно). Кроме того, были обнаружены такие единичные аномалии, как окрашенный позвоночник (возможно, вследствие гематомы), бледные кожные покровы, обозначенная сетка сосудов на голове, нарушение пропорций тела (увеличение размера головы). Общее количество указанных нарушений составило 6,6% и 7,1% для первой и второй опытной группы, соответственно.

Частота встречаемости гематом во внутренних органах и тканях эмбрионов, обнаруженная при вскрытии самок крыс первой и второй опытной группы, составила 13,8 и 17,5% соответственно, при контрольном уровне показателя в 11,4%. В частности, были обнаружены единичные кровоизлияния в печени и легких, что может свидетельствовать о влиянии препарата на проницаемость сосудов. Морфологическое исследование плодов крыс первой опытной группы (1 мг/кг) не выявило достоверных отличий параметров развития скелета плодов от показателей контроля. Однако введение препарата в дозе 10 мг/кг приводило к появлению у плодов аномалий развития черепа и грудины, вызванных преимущественно нарушениями процессов оссификации. Отсутствие центров оссификации (менее 2 точек) в грудине плодов крыс второй группы (10 мг/кг) было зарегистрировано у 34,0%, в контроле – у 26,8%. В 4,3% случаев у плодов опытной группы обнаружены центры чрезмерной оссификации грудины (6 костей при варианте нормы от 2 до 4) при полном отсутствии таких нарушений в контрольной группе. У плодов крыс опытной группе в 27,7% случаев наблюдали недоразвитие костей черепа (в контрольной группе их количество составило 4,58%).

Влияние введения препарата Виталанг-2 в дозе 1 и 10 мг/кг массы на показатели репродуктивности и эмбриотоксичность (M ± m)

Показатели	Контроль	1 мг/кг	10 мг/кг
Количество желтых тел на одну самку	11,2 ± 0,7	12,9 ± 0,6	11,9 ± 0,4
Количество мест имплантации на одну самку	8,9 ± 1,1	8,6 ± 0,7	11,2 ± 0,7
Количество живых плодов на одну самку	8,5 ± 1,1	8,1 ± 0,7	10,2 ± 0,8
Количество мертвых плодов на одну самку	0,4 ± 0,1	1,0 ± 0,3	0,5 ± 0,2
Предимплантационная гибель, %	13,8 ± 3,7	24,5 ± 7,3	28,1 ± 4,7
Постимплантационная гибель, %	4,3 ± 2,0	6,1 ± 2,2	10,2 ± 4,0
Масса плода, г	2,4 ± 0,1	2,5 ± 0,1	2,6 ± 0,1
Кранио-каудальный размер, мм	31,5 ± 0,5	31,8 ± 0,4	31,9 ± 0,6
Масса плаценты, г	0,58 ± 0,30	0,57 ± 0,01	0,58 ± 0,02
Внешний осмотр плодов: количество обследованных плодов; – из них с аномалиями развития, абс% Плоды с подкожными гематомами, %	 87 0 0 0	 122 8 6,6 6,3	 127 9 7,1 5,5

Заключение

На основании полученных данных можно заключить, что ежедневное введение препарата Виталанг-2 в предлагаемой терапевтической дозировке (1 мг/кг) самкам крыс с 1 по 19 день беременности не влияло на количественные характеристики желтых тел, мест имплантации, на показатели пре- и постимплантационной смертности. Введение препарата незначительно повышало число кровоизлияний во внутренние органы и ткани эмбрионов, что может быть связано с повышенным действием препарата на проницаемость сосудов. В дозировке 10 мг/кг массы препарат оказывал неблагоприятное влияние на процессы эмбрионального развития, проявляющиеся увеличениями количества плодов с гематомами и аномалиями развития внутренних органов и скелета.

Список литературы

1. Galasso M., Sandhu S.K., Volinia S. MicroRNA expression signatures in solid malignancies // Cancer J. – 2012 – Vol. 18, № 3. – P. 238–43.

2. Sioud M. Recent advances in small interfering RNA sensing by the immune system // N. Biotechnol. – 2010. – Vol. 27, № 3. – P. 236–42.

3. Tesfaye D., Salilew-Wondim D., Gebremedhn S., Sohel M.M., Pandey H.O., Hoelker M., Schellander K. Potential role of microRNAs in mammalian female fertility // Reprod. Fertil. Dev. – 2016. – Vol. 29, № 1. – P. 8–23.

4. Соколов В.Д., Андреева Н.Л., Соколов А.В. Иммуностимуляторы в ветеринарии // Ветеринария. – 1992. – № 7–8. – С. 49–50.

5. Кнорроз М.Ю., Попова О.М., Давыдова А.А. и др. Сравнительное изучение противовирусной активности природных двуспиральных РНК при экспериментальном клещевом энцефалите // Вопросы вирусологии. – 1985. – Т. 30, № 6. – С. 697–700.

6. Ямковая Т.В., Ямковой В.И., Панин Л.Е. Выделение и анализ биологической активности высокополимерной РНК из пекарских дрожжей // Сибирский научный медицинский журнал. – 2012. – Т. 32, № 6. – С. 60–68.

7. Пат. 2496783 РФ. Легко проникающий через биологические мембраны мылкий амфифильный индуктор интерферона γ // Ямковая Т.В., Колесникова О.П., Загребельный С.Н. и др. опубл. 27.10.2013. Бюл. (30).

8. Ямковая Т.В., Колесникова О.П., Ямковой В.И., Козлов В.А., Панин Л.Е. Иммунотропная активность мылкой амфифильной высокополимерной рнк из пекарских дрожжей // Сибирский научный медицинский журнал. – 2013. – Т. 33, № 4. – С. 42–48.

9. Ямковая Т.В., Глотова Т.И., Колесникова О.П., Семенова О.В., Гаврилова Е.Д., Гойман Е.В., Ямковой В.И., Панин Л.Е. Легко проникающий через биологические мембраны мылкий амфифильный индуктор интерферона γ – перспективный препарат для лечения гепатита с человека. // Сибирский научный медицинский журнал. – 2014. – Т. 34, № 1. – С. 15–20.

10. Методы экспериментального исследования по установлению порогов действия промышленных ядов на генеративную функцию с целью гигиенического нормирования. Методические рекомендации: № 1744-77. – М., 1978.

11. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. – М., 2005. – С. 832.

12. Кузовкова Е.В., Вансовская И.В., Колесникова О.П. и др. Выделение и иммуностимулирующая активность высокополимерной РНК из пекарских дрожжей // Российский аллергологический журнал. – 2009. – Т. 3, № 1. – С. 246.

УДК 633.14:631.526.32(470.34)

ИСТОЧНИКИ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗИМОСТОЙКИХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В ВОЛГО-ВЯТСКОМ РЕГИОНЕ

Уткина Е.И., Кедрова Л.И., Парфенова Е.С.

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока», Киров, e-mail: utkina.e.i@mail.ru

Для создания сортов озимой ржи в Волго-Вятском регионе требуются источники высокой зимостойкости, так как этот показатель является определяющим фактором урожайности. Одной из основных причин низкой зимостойкости в регионе следует считать поражение посевов снежной плесенью. В последние десятилетия поражение озимой ржи почти ежегодно достигает максимального значения, что позволяет объективно оценить исходный материал по устойчивости к данному заболеванию, выделить источники высокой зимостойкости. С целью выявления зимостойкого исходного материала изучено 578 коллекционных сортообразцов Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (1997–2010 гг.) и 86 сортов озимой ржи селекции научно-исследовательских институтов России (1996–2015 гг.). Изучаемые сортообразцы мирового генофонда классифицированы по зимостойкости на 7 групп (от высокой до крайне низкой) с разной степенью отрастания весной после поражения снежной плесенью. Большая часть сортимента коллекционного питомника (58 %) представлена образцами с регенерационной способностью ниже средней и низкой, что повлияло на зимостойкость, густоту продуктивного стеблестоя и урожайность (r = 0,67–0,73). Высокозимостойкие сортообразцы, которые по зимостойкости не уступают или приближаются к стандарту Фаленская 4, представлены Россией, Финляндией, Германией. Среди сортов отечественной селекции в экологическом сортоиспытании наблюдалось так же сильное варьирование показателя (CV = 34,7 %) – от низко- до высокозимостойких. К наиболее зимостойким относятся сорта: Фаленская 4, Вятка 2, Флора, Графиня, Снежана, Рушник, Кировская 89 (НИИСХ Северо-Востока); Пышма (Уральский НИИСХ); Эра, Волхова (Ленинградский НИИСХ). Среди них сорта Фаленская 4, Вятка 2, Флора, Графиня, Снежана и Рушник характеризовались стабильностью показателя (CV = 6,9–19,6 %) в разные по условиям перезимовки годы. Сформирована рабочая коллекция источников зимостойкости, которая успешно используется в селекции озимой ржи. Так, отечественные местные сортообразцы (К-7629 и К-8500) вошли в родословную нового сорта озимой ржи Графиня. В статье представлены результаты оценки генофонда озимой ржи с учетом особенностей региона.

Ключевые слова: Волго-Вятский регион, озимая рожь, сортообразцы, зимостойкость, снежная плесень, источники признаков

SOURCES OF BREEDING-VALUABLE TRAITS FOR CREATION OF WINTER HARDINESS VARIETIES OF WINTER RYE IN VOLGA-VYATKA REGION

Utkina E.I., Kedrova L.I., Parfenova E.S.

North-East Federal Agrarian Scientific Center, Kirov, e-mail: utkina.e.i@mail.ru

To create varieties of winter rye in the Volga-Vyatka region required sources for high winter hardiness, since this figure is a determining factor of yield. One of the main reasons for the low winter hardiness in the region should be the defeat of crops snow mold. In recent decades, the defeat of winter rye almost every year reaches the maximum value, which allows to objectively evaluate the source material in terms of resistance to the disease, and to allocate the sources of high winter hardiness. To identify winter-hardy of the source material studied accessions collector's 578 Russian Institute of plant genetic resources named after N.I. Vavilov (1997–2010) and 86 varieties of winter rye breeding research institutes of Russia (1996–2015). The studied varieties of the world gene pool for winter hardiness classified into 7 groups (from high to very low) with varying degrees of regrowth in the spring after the defeat of the snow mold. A large part of the assortment collection nursery (58 %) samples have the regeneration ability is below average and low, which will affect winter hardiness, density of productive stalks and yield (r = 0,67–0,73). Selected winter-hardy cultivars that winter hardiness is not inferior to or approach the standard Falenskaya 4 Russia, Finland, Germany. Among the varieties of domestic selection in the environmental testing was observed as strong variation index (CV = 34.7 %) from low – to hardy. The most winter-hardy varieties are: Falenskaya 4, Vyatka 2, Flora, Grafinya, Snezhana, Rushnik, Kirovskaya 89 (niiskh Severo-Vostoka); Pyshma (Ural research Institute of agriculture); the Era of the Volkhova (Leningrad research Institute of agriculture). Among these varieties Falenskaya 4, Vyatka 2, Flora, Grafinya, Snezhana and the Rushnik was characterized by the stability index (CV = 6.9–19.6 %) in different winter conditions for years. Formed a working collection of sources of winter hardiness, which has been used successfully in the breeding of winter rye. Thus, the domestic Local varieties (K-7629 and 8500) were included in the pedigree of a new variety of winter rye Grafinya. The article presents the results of the evaluation of the gene pool of winter rye, taking into account peculiarities of the region.

Keywords: Volga-Vyatka region, winter rye, accessories, winter hardiness, snow mould, sources of trait

Озимая рожь является наиболее зимостойкой среди других зерновых культур, что гарантирует ее успешное возделывание в регионах с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями. Признак зимостойкости обусловлен многими факторами [1, с. 21; 2, с. 24; 3, с. 61; 4]. В условиях Волго-Вятского региона решающую роль оказывает поражение посевов снежной плесенью, которая активно развивается под высоким снеговым покровом при повышенной температуре на глубине залегания узла кущения.

Сложные условия перезимовки и сильное поражение растений снежной плесенью [5, с. 143–144] оказывают основное влияние в регионе на формирование урожайности, количественных показателей продуктивности растений и качества продукции.

Создание сортов озимой ржи, приспособленных к условиям Волго-Вятского региона, характеризующегося неблагоприятными условиями перезимовки, невозможно без особого подхода к подбору источников устойчивости. По мере повышения требований к создаваемым сортам изменяются и требования к исходному материалу.

Коллекция Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, где сосредоточено мировое разнообразие местных и селекционных сортообразцов, позволяет выделить необходимые источники ценных признаков для создания новых сортов озимой ржи.

Цель исследований: провести оценку сортообразцов мирового генофонда и сортов отечественной селекции по зимостойкости и способности к регенерации после поражения снежной плесенью, выделить источники селекционно-ценных признаков.

Материалы и методы исследования

В коллекционном питомнике за период с 1997 по 2010 гг. изучено 578 сортообразцов мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Наибольшее разнообразие представлено сортообразцами из России, Польши, Германии и Финляндии. С 1996 по 2015 гг. в питомнике экологического сортоиспытания изучено 86 районированных и перспективных сортов озимой ржи селекции научно-исследовательских институтов различных регионов России.

Полевые исследования проведены на опытном поле НИИСХ Северо-Востока, предшественник – чистый пар, агротехника возделывания – общепринятая для условий Кировской области. Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднесуглинистая, сформированная на мергелизованных пермских глинах. Агрохимическая характеристика почвы: содержание гумуса – 2,43–3,56 %; подвижного фосфора – 334–349 мг/кг; обменного калия – 232–304 мг/кг почвы; pH солевой вытяжки – 5,0–5,4.

Гидротермический режим сильно различался за годы проведения исследований по периодам вегетации. Температура зимнего периода в 1995–1996, 2002–2003, 2009–2010 и 2010–2011 гг. приближалась к среднемноголетнему значению (–10,3…–10,8 °С). Остальные годы характеризовались повышенной температурой. Количество выпавших осадков на 23–96 % превышало средний многолетний уровень. Это способствовало формированию высокого снегового покрова (70–90 см) и повышению температуры на глубине залегания узла кущения до –2….0 °С.

Оценка коллекционного и селекционного материала озимой ржи проведена в соответствии с «Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ржи» (1973) и Международным классификатором СЭВ рода *Secale L.* (1984).

Зимостойкость оценивали двумя методами: подсчетом растений на единице площади перед уходом в зиму и в весенний период (%) и методом глазомерной оценки по 9-балльной шкале. Оценка поражения посевов снежной плесенью (*M. nivale*) проведена весной после схода снега по методу В.К. Неофитовой (1976).

В коллекционном питомнике учетная площадь делянки составляла 1 м^2, повторность 2-кратная; в экологическом сортоиспытании – 5 м^2, повторность 3-кратная. Статистическая обработка результатов исследований проведена в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1979).

Результаты исследования и их обсуждение

О жестком естественном инфекционном фоне в условиях Кировской области свидетельствует ежегодное 100 % поражение посевов озимой ржи снежной плесенью. Это позволило дать объективную оценку устойчивости изучаемых сортообразцов к данному заболеванию (табл. 1). Исключение составляет 2009 г., неблагоприятный для основного возбудителя болезни – гриба *M. nivale,* когда максимальное поражение посевов не превышало 10 %.

В условиях Волго-Вятского региона в отдельные годы отмечается вымерзание посевов озимых культур при понижении температуры в осенне-зимний период до критической отметки при отсутствии снегового покрова. Так, в 2009–2010 гг. наблюдалось понижение температуры воздуха до –28 °С при полном отсутствии снега. Температура на глубине залегания узла кущения озимой ржи составляла –18 °С, что явилось причиной полной гибели коллекционных образцов. Оценка зимостойкости стандарта Фаленская 4 при этом составила 5 баллов (по 9-балльной шкале).

Практически ежегодное 100 %-ное поражение посевов ржи снежной плесенью позволило дифференцировать генотипы по устойчивости к патогену. В 2000 и 2004 гг. погибло более 50 % изучаемых образцов, когда снежная плесень особенно активно развивалась на ослабленных от выпревания растениях.

Коллекционные сортообразцы значительно варьировали (CV = 11,9–56,9 %) по способности к регенерации после поражения снежной плесенью. Наибольшей стабильностью характеризовался 2009 г., когда коэффициент вариации был наименьшим (11,9 %), несмотря на широкий размах изменчивости признака (35,0–96,0 %). В 2005 г. невысокий коэффициент вариации (16,4 %) получен в результате низкой регенерационной способности изучаемых генотипов.

Таблица 1

Регенерационная способность сортообразцов мирового генофонда после поражения снежной плесенью

Год	Пораж. снежной плесенью, %	Количество		Регенерационная способность, %		Коэффициент вариации CV, %
		изучаемых образцов, шт.	погибших образцов, шт. (%)	$x \pm S_x$	пределы варьирования (min – max)	
1997	100	85	12 (14,1)	79,1 ± 1,5	16,7–100	43,3
1998	100	155	28 (18,1)	43,7 ± 1,3	5,0–90,0	39,1
1999	100	110	12 (10,9)	35,1 ± 1,0	5,0–76,6	26,9
2000	100	97	51 (52,6)	38,3 ± 1,1	5,0–100	48,1
2001	100	91	19 (20,9)	41,5 ± 0,9	5,0–94,2	30,2
2002	100	69	21 (30,4)	47,2 ± 1,3	4,6–90,4	28,5
2003	100	189	11 (5,8)	34,7 ± 1,4	4,5–55,4	23,1
2004	100	140	75 (53,6)	27,7 ± 0,8	5,0–40,0	19.6
2005	100	193	35 (18,1)	10,0 ± 0,7	5,0–22,5	16,4
2006	100	141	7 (5,0)	31,0 ± 1,5	5,0–75,0	56,9
2007	100	118	0	48,0 ± 1,3	20,5–98,4	29,4
2008	100	112	0	38,0 ± 1,5	10,0–100	43,1
2009	5–10	86	0	77,0 ± 0,9	35,0–96,0	11,9
2010	100	91	91 (100)	0	–	–

Таблица 2

Классификация сортообразцов озимой ржи по регенерационной способности (1997–2010 гг.)

Группа зимостойкости	Степень отрастания, %	Количество образцов, шт.	Доля от общего количества образцов, %
Высокая	71–80	6	1,0
Выше средней	61–70	15	2,6
Средняя	51–60	85	14,7
Ниже средней	41–50	137	23,7
Низкая	31–40	198	34,3
Очень низкая	21–30	79	13,7
Крайне низкая	<21	58	10,0
Всего		578	100%

Сортообразцы были разделены на группы по способности к отрастанию после поражения снежной плесенью в соответствии со шкалой Международного классификатора СЭВ (табл. 2).

Образцы с регенерационной способностью ниже средней и низкой составили 23,7 и 34,3% соответственно. Корреляционный анализ выявил тесную (при $P \geq 0,95$) положительную связь способности к отрастанию с урожайностью ($r = 0,67$) и густотой продуктивного стеблестоя ($r = 0,73$).

Для дальнейшей селекционной работы интерес представляют 3,6% изучаемых сортообразцов, которые максимально приблизились по зимостойкости и устойчивости к снежной плесени к высокозимостойкому стандарту Фаленская 4 (табл. 3). Большинство образцов этой группы представлены Россией, Финляндией и Германией, по одному образцу из Польши, США, Швеции, Австрии, Болгарии и Турции.

Выделенные образцы широко используются в селекционной программе ФАНЦ Северо-Востока. Местные образцы из России (к-7629 и к-8500) вошли в геном сорта Графиня, внесенного в Госреестр РФ в 2016 г. по Северному, Северо-Западному, Волго-Вятскому и Центральному регионам РФ.

Многолетнее изучение сортообразцов мирового генофонда в естественных условиях провокации показало, что наблюдается низкая частота встречаемости генов устойчивости к снежной плесени. Образцы, показавшие хорошие результаты по перезимовке и урожайности в благоприятных условиях

весеннего периода, оказываются нежизнеспособными в годы с затяжной, холодной весной. Учитывая вышесказанное, основным направлением селекции для условий Волго-Вятского региона является создание зимостойких сортов, толерантных к снежной плесени, способных активно регенерировать и формировать стабильный урожай в условиях эпифитотии болезни.

В питомнике экологического испытания изучены районированные и перспективные сорта отечественной селекции разного эколого-географического происхождения. Поражение сортов снежной плесенью составило 78–100 %. Поражение средней степени (53–63 %) отмечено в 1996, 1997 и 2006 гг. и слабое развитие заболевания (10 %) – в 2009 г. (табл. 4).

Изучаемый сортимент сравнивали с адаптированными к местным условиям сортами Вятка 2 и Фаленская 4, зимостойкость которых в среднем за годы изучения составила – 94 и 92 % соответственно. Наблюдалось сильное варьирование изучаемых сортов в пределах каждого года от низко- до высокозимостойких.

Таблица 3

Высокозимостойкие сортообразцы мирового генофонда озимой ржи (1997–2010 гг.)

Происхождение	Образец
Россия	Местный (к-7629); Местный (8500); Компус; Жатва
Финляндия	Harmanruis; Hja 7052; Местный (к-11453); Jo 6989; Jo 3374
Германия	SCW-2219; SCW-3; SCW 3154/74; Mutante 511; SCW 4511; SCW 5999
Польша	Mikulirkie Wczesne
США	Maton
Швеция	Orebro
Австрия	Weethalle Rye
Болгария	Zoziln
Турция	Ankora

Таблица 4

Характеристика по зимостойкости сортов экологического сортоиспытания

Год	Поражение снежной плесенью (в среднем по опыту), %	Зимостойкость, %				Коэффициент вариации CV, %
		стандарт Вятка 2	стандарт Фаленская 4	средняя по опыту	пределы варьирования (min-max)	
1996	63	97	–	80	16–100	22,6
1997	53	100	–	93	73–100	8,5
1998	100	97	80	53	5–97	61,1
1999	100	100	100	86	47–100	22,1
2000	100	100	93	66	36–100	31,4
2001	100	97	97	58	8–97	54,0
2002	100	100	100	79	30–100	24,8
2003	100	70	97	66	17–97	28,9
2004	100	100	87	56	20–100	71,8
2005	100	50	50	17	3–50	80,6
2006	61	97	100	80	23–100	29,0
2007	100	100	97	80	20–100	28,3
2008	100	100	93	79	43–100	24,5
2009	10	73	80	71	40–90	25,3
2010	85	90	93	63	2–100	43,0
2011	90	100	100	86	40–100	17,1
2012	100	100	100	76	27–100	33,8
2013	83	100	100	83	10–100	27,4
2014	100	100	85	53	5–100	53,4
2015	78	100	100	93	80–100	5,6
Сред.	86	94	92	71		34,7

Таблица 5

Источники зимостойкости озимой ржи для селекции в условиях Волго-Вятского региона (1996–2015 гг.)

Сорт	Учреждение – оригинатор	Зимостойкость, %	Коэффициент вариации, %
Фаленская 4 – стандарт	Фаленская сел. станция, НИИСХ Северо-Востока	92	16,5
Вятка 2	НИИСХ Северо-Востока	94	19,3
Флора	НИИСХ Северо-Востока, Фаленская сел. станция	96	6,9
Графиня	--- // ---	92	8,0
Снежана	--- // ---	85	19,6
Рушник	Фаленская сел. станция, НИИСХ Северо-Востока	86	18,6
Кировская 89	НИИСХ Северо-Востока, ВНИИР им. Н.И. Вавилова	81	21,3
Пышма	Уральский НИИСХ	84	25,4
Эра	Ленинградский НИИСХ	77	33,7
Волхова	--- // ---	76	34,5
$НСР_{05}$		19	

В целом наблюдается значительная изменчивость сортов ржи по зимостойкости (средний коэффициент вариации за годы исследований CV = 34,7 %). Максимальная дифференциация сортов по признаку зимостойкости отмечена в сложном по условиям перезимовки 2005 г. (коэффициент вариации – 80,6 %). В этом году среднее значение зимостойкости сортов составило – 17 %, с варьированием от 3 до 50 %. Также неблагоприятными можно назвать 1998, 2001, 2004, 2010 и 2014 (CV = 43,0–71,8 %) гг., когда многие сорта в питомнике имели зимостойкость ниже 20 %.

Климатические условия зимне-весеннего периода сложились оптимально в 1997 и 2015 гг., когда коэффициент вариации был минимальным – 8,5 и 5,6 % соответственно. В эти годы зимостойкость сортов в опыте превышала 70 %-ный уровень.

При оценке исходного материала и выделении источников ценных свойств важным условием является проявление сортом не максимального значения, а стабильности признака в различные по погодным условиям годы. По результатам оценки выделено 10 сортов с высокой стабильной зимостойкостью и способностью отрастать весной после поражения снежной плесенью (табл. 5).

Сорта Фаленская 4 (стандарт), Вятка 2, Флора, Графиня, Снежана и Рушник селекции НИИСХ Северо-Востока характеризовались наибольшей стабильностью признака по годам (CV = 6,9–19,6 %). Остальные сорта по среднему показателю зимостойкости находились на уровне стандарта Фаленская 4, однако в неблагоприятный 2005 г. значительно уступили ему, коэффициент вариации признака данных сортов составил CV = 21,3–34,5 %.

Заключение

Использование жестких естественных инфекционных фонов снежной плесени позволило дифференцировать и отобрать источники высокой зимостойкости, максимально устойчивые к экстремальным условиям Волго-Вятского региона.

Для эффективности селекционной работы сформирована рабочая коллекция источников зимостойкости озимой ржи, с участием которых созданы гибриды, находящиеся в селекционной проработке. Высокозимостойкие отечественные местные сортообразцы (к-7629 и к-8500) вошли в родословную нового сорта озимой ржи Графиня.

Список литературы

1. Урбан Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Минск: Беларус. наука, 2009. – 269 с.

2. Потапова Г.Н. Результаты и перспективы селекции озимой ржи в Свердловской области / Г.Н. Потапова, К.А. Галимов, П.Н. Худорожкова // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (28–29 июня 2012 года) г. Екатеринбург. – Екатеринбург: ГНУ Уральский НИИСХ Россельхозакадемии, Уральское изд-во, 2012. – С. 24–28.

3. Пономарева М.Л. Ведущие направления селекции озимой ржи в республике Татарстан / М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (28-29 июня 2012 года) г. Екатеринбург – Екатеринбург: ГНУ Уральский НИИСХ Россельхозакадемии, Уральское изд-во, 2012. – С. 59–62.

4. Гончаренко А.А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи / А.А. Гончаренко. – М., 2014. – 372 с.

5. Кедрова Л.И. Проблемы зимостойкости озимой ржи в условиях изменяющегося климата на Северо-Востоке НЗ РФ / Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Т.К. Шешегова, Е.С. Парфенова, М.Г. Шамова // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа. ГНУ Баш НИИСХ. – 2009. – С. 143–146.

УДК 910.3

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В СТЕПНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВЕКОВ В КНИГЕ А.П. ЭНГЕЛЬГАРДТА «ЧЕРНОЗЕМНАЯ РОССИЯ»

Грошева О.А.

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, Оренбург, e-mail: steppeforum06@mail.ru

В конце XIX века экстенсивный характер земледелия, преобладавший в черноземной полосе России, привел к увеличению количества засух, пыльных бурь и неурожаев. Все это вызвало ухудшение социально-экономического положения населения степных регионов и развитие деградационных процессов степного ландшафта. В исследовании причин наступившего кризиса принимали участие не только ведущие отечественные ученые, но и государственные деятели. Одним из таких представителей был саратовский губернатор А.П. Энгельгардт (1845–1903). В книге «Черноземная Россия» (1902) он анализирует основные проблемы природопользования в степных регионах и предлагает систему мероприятий по восстановлению природы. Автор дает характеристику экономического положения губерний в черноземной полосе России. Основной причиной упадка земледелия Энгельгардт называет засухи. Среди факторов, которые способствуют потере влаги в почве, он выделяет вырубку лесов, распашку целинных земель, развитие оврагов. Энгельгардт связывает наступивший экономический кризис с реформой 1861 года, которая изменила хозяйственный уклад жизни России. Новые условия хозяйствования вызвали и новые потребности, на удовлетворение которых потребовались деньги. А у большинства новых собственников земли, отмечает автор, не хватало денег, знаний и бережного отношения к природе. Энгельгардт предлагает программу по борьбе с засухами и восстановлению плодородия почв. Важными пунктами данной программы являются: создание защитных лесных насаждений, укрепление песков облесением и посевом трав; облесение оврагов. Автор пишет и о необходимости улучшения агрономического образования. Некоторые мероприятия по борьбе с засухой саратовский губернатор смог осуществить на практике.

Ключевые слова: природопользование, степной регион, засуха, А.П. Энгельгардт

PROBLEMS OF NATURE MANAGEMENT IN THE STEPPE REGIONS OF RUSSIA AT THE TURN OF THE XIX–XX CENTURIES IN THE BOOK OF A.P. ENGELGARDT «BLACK EARTH RUSSIA»

Grosheva O.A.

Institute of Steppe of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, e-mail: steppeforum06@mail.ru

In the late XIX century extensive character of agriculture that prevailed in the black earth belt of Russia, has led to the increase in the number of droughts, dust storms and crop failures. All this has caused the deterioration of the economic and social situation of the population of the steppe regions and the development of degradation processes of the steppe landscape. In the study of the causes of the crisis was attended not only by leading Russian scientists, but also statesmen. One of these representatives was the Governor of Saratov, A.P. Engelgardt (1845–1903). In the book «Black Earth Russia» (1902) he analyzes the main problems of nature management in steppe regions and proposes a system of measures to restore nature. The author gives a description of the economic situation of the provinces in the black earth belt of Russia. The main reason for the decline in agriculture Engelgardt calls a drought. Among the factors that contribute to the loss of moisture in the soil, it highlights the felling of forests, plowing of virgin lands, the development of ravines. Engelgardt connects the onset of economic crisis with reform of 1861, which changed the economic way of life of Russia. The new economic conditions caused new needs, the satisfaction of which required money. And the majority of new land owners, the author notes, not enough money, knowledge and careful attitude to nature. Engelgardt offers a program to combat drought and restore soil fertility. Important points of this program are the creation of protective forest plantations, the strengthening of sands by afforestation and sowing of grasses; afforestation of ravines. The author also writes about the need to improve agronomic education. Some actions to combat drought the Saratov governor was able to implement in practice.

Keywords: nature management, steppe region, drought, A.P. Engelgardt

Интенсивное сельскохозяйственное освоение черноземной полосы Европейской России затрагивает период с XVIII по XIX вв. Долгое время центрально-черноземные губернии (Курская, Белгородская, Воронежская, Тамбовская) являлись основной житницей России. Основу крестьянского полеводства составляло зерновое производство, в котором наибольшее распространение имела рожь. После реформ 1861 года сельское хозяйство империи становится на «капиталистические рельсы». Уже в первые десятилетия реформ складывается новый район производства товарного зерна (Херсонская, Самарская, Саратовская, Оренбургская губернии, область Войска Донского). Под влиянием развивавшихся товарно-денежных отношений происхо-

дят изменения в структуре крестьянских посевов, более широкое распространение получили новые виды зерновых (пшеница) и технические культуры (лен, конопля, подсолнечник, сахарная свекла), имевшие большой рыночный спрос.

Уже в 90-х годах XIX века в черноземной полосе России земледелие приобрело экстенсивный характер, которое было основано на увеличении распашки целинных земель, в том числе распахивались земли, предназначенные под сенокосы и пастбища, а также и неудобья. Многие крестьянские хозяйства страдали от недостатка пастбищных угодий. В структуре посевных площадей преобладали зерновые, пары занимали незначительную площадь, травосеяние велось в незначительных количествах, удобрения не применялись, все это привело к истощению и иссушению черноземов, обмелению водоемов, развитию процессов плоскостной и линейной эрозии. Вследствие этого участились засухи и пыльные бури, неурожаи 1879, 1880, 1891–1892 гг., и, как следствие, страшный голод 1891–1892 гг., подкрепленный вспышкой тифа, унес тысячи жизней. Все это привело в первую очередь к ухудшению социально-экономического положения населения степных регионов и развитию деградационных процессов степного ландшафта.

Анализ проблем степного природопользования в книге А.П. Энгельгардта «Черноземная Россия»

Одновременно с ведущими отечественными учеными (В.В. Докучаевым, П.А. Костычевым, А.А. Измаильским, Н.М. Сибирцевым и др.), работавшими над проблемами степного природопользования, в исследовании причин наступившего кризиса принимали участие и государственные деятели, одним из таких был саратовский губернатор А.П. Энгельгардт (1845–1903). В своей книге «Черноземная Россия» [1], изданной в Саратове на собственные средства в 1902 году, он анализирует основные проблемы природопользования в степных регионах и предлагает систему мероприятий по восстановлению природы черноземной полосы. Основная цель, которую автор ставил перед собой – принести посильную помощь интересам России в условиях тяжелейшего кризиса основных земледельческих регионов России.

Аргументированные идеи и предложения по предотвращению засух в степных регионах России, изложенные Александром Платоновичем в книге «Черноземная Россия», раскрывают его как вдумчивого ученого-практика и крупного государственного деятеля. Потомок известного дворянского рода, выпускник юридического факультета Московского государственного университета А.П. Энгельгардт оставил яркий след в истории России. Он многократно избирался на крупные государственные должности: был городским головой Смоленска (1877–1887), губернатором Архангельской (1893–1901) и Саратовской (1901–1903) губерний, в начале 1903 года назначен товарищем министра земледелия и государственных имуществ, но болезнь и смерть в ноябре этого же года не позволили Александру Платоновичу до конца осуществить все свои планы. В 1904 году в Санкт-Петербурге уже посмертно были изданы две его крупные работы: «О лесном хозяйстве в Европейской России» и «Положение земледельческой промышленности в России и средства к ее улучшению».

А.П. Энгельгардт занимал активную жизненную позицию, он был членом многочисленных общественных организаций, в том числе президентом Смоленского общества сельского хозяйства, корреспондентом Главной физической обсерватории, почетным членом Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей и Императорского Московского общества любителей естествознания, антропологии, этнографии, а также действительным членом Императорского географического общества. Кроме того, Александр Платонович участвовал в работе различных благотворительных организаций, был попечителем многих просветительных и учебных заведений.

В основе любой деятельности А.П. Энгельгардта было созидание и научно-практический подход. В Смоленске при его участии были созданы историко-археологический музей и библиотека, построены три новые начальные школы, здание городской думы и водопровод, установлено бесплатное лечение в губернской земской больнице. В архангельский период деятельности Александр Платонович в первую очередь стремится построить и улучшить пути сообщения губернии с остальной территорией России, «привлечь новые силы и капиталы». Он руководит строительством Московско-Ярославско-Архангельской железной дороги, развивает пароходное сообщение и почтовую связь. Так, телеграфная линия на восток к Печоре протяженностью более 1500 верст (около 1600 км) была проложена по необитаемой местности всего за один год. А.П. Энгельгардт поддерживал проведение гидрографических работ по трассе будущего Северного морского пути и строительство Мурманской биологической станции. Он проводил собственные

экспедиционные исследования в самых отдаленных местностях губернии, в ходе которых была собрана обширная информация по истории, географии, этнографии, статистике и административному делению края.

Стремление к научному поиску и анализу характерно и для деятельности А.П. Энгельгардта на должности саратовского губернатора. Александр Платонович активно проводил мероприятия по облесению и укреплению песков около Саратова, организовывал работы по борьбе с наводнениями в губернии, содействовал оказанию помощи крестьянам во время неурожаев. Он обстоятельно проанализировал способы ведения сельского хозяйства и экономическое положение степных регионов черноземной полосы России, написав своего рода руководство по рациональному степному природопользованию – книгу «Черноземная Россия» [1], доход от продажи которой А.П. Энгельгардт передал саратовскому земству для формирования фонда по изданию сельскохозяйственной литературы.

В книге Александр Платонович приводит данные, выясняющие главную причину упадка сельского хозяйства и народного благосостояния, и, как говорит сам автор, «намечает тот путь, которым можно достигнуть возрождения естественных сил земли…». Представив характеристику экономического положения Черноземной России, А.П. Энгельгардт в качестве основной причины упадка земледелия называет засухи. В подтверждении своих слов он приводит высказывание из книги профессора В.В. Докучаева «Наши степи прежде и теперь» о прогрессирующем характере иссушения черноземной полосы. Среди факторов, способствующих потере влаги в почве, А.П. Энгельгардт выделяет хищническое хозяйство, распашку целины, развитие оврагов и песков, уничтожение древесной растительности. Называет он и еще одну причину снижения народного благосостояния – сельские пожары, наиболее убыточные в годы засух.

Характеризуя положение земледелия в Черноземной России, А.П. Энгельгардт основывается не только на сведениях Статистического комитета, исследованиях ученых, но и на информации, полученной от других государственных деятелей. Он приводит в качестве примера слова, сказанные в 1887 году генералом Андреем Ивановичем Косичем, бывшим тогда саратовским губернатором, о снижении за 30 лет в губернии урожайности зерновых с 20 до 13,5 млн четвертей [1]. А.П. Энгельгардт высказывает полное согласие с мнением саратовского агронома А.Н. Стемпковского по поводу того, что основная беда сельских хозяев состоит в том, что живут они, «не заглядывая вперед».

Александр Платонович связывает наступивший экономический кризис с реформой 1861 года, изменившей хозяйственный уклад жизни России, преобразовав его из естественно-патриархального в капиталистический. Новые условия хозяйствования вызвали и новые потребности, на удовлетворение которых потребовались деньги. А у большинства новых собственников земли, отмечает автор, капитала не было. Не оказалось достаточно и знаний, а также навыков ведения хозяйства в новых условиях, не хватало осторожности и бережливости. Александр Платонович отмечает, что бережливость, к сожалению, не характерна для русского человека с его «широкою натурою». Все это, по мнению А.П. Энгельгардта, и положило начало хищническому характеру природопользования. Интенсивная вырубка лесов, распашка склонов вызвали иссушение почвы, образование оврагов. Начались засухи.

В книге приведены данные по урожайности хлебов в Саратовской губернии за одиннадцать лет от 1890 г. до 1901 г., которые свидетельствуют о периодическом характере повторяющихся неурожаев. В 1901 г., по сравнению со средним валовым сбором за 19 лет, урожайность ржи, пшеницы и овса, отмечает автор, уменьшилась на 39%. Валовая доходность десятины в 1881 г. составляла 38 руб., а через 10 лет уменьшилась более чем в 2 раза и 1891 году стала 16 руб., а убыль скота в Саратовской губернии за последние годы, отмечает А.П. Энгельгардт, дошла до 40% [1]. В неурожайные годы, по мнению автора, становится особенно явной польза орошения, когда разница в урожайности на орошаемых и неорошаемых полях «действительно поразительна».

Александр Платонович приводит исследования профессора П.А. Костычева [2] по накоплению и сохранению в степных почвах влаги, анализирует выработанную ученым систему борьбы с засухами в черноземной полосе России посредством правильной обработки полей и накопления на них снега. Важнейшими средствами «возможно большего накопления в почве воды» в зимний период П.А. Костычев справедливо считает разведение лесных насаждений, создание вокруг полей живых изгородей, а также оставление на зиму в полях стеблей высоких растений, например, кукурузы или подсолнечника. Некоторые земледельцы, в том числе и в Саратовской губернии, отмечает А.П. Энгельгардт, используют для задержания снега на по-

лях еще один способ. При посеве озимых в конце июля или начале августа вместе с ними высевают в небольшом количестве семена быстрорастущего ярового растения, например горчицы. Остающиеся в зиму стебли этих растений, способствуют накоплению снега, а следовательно, и предохранению почвы в течение весны и лета от вредного влияния засух. Проводя наблюдения над целинными и пахотными почвами, П.А. Костычев доказал, что важнейшей причиной эрозии и, как следствие, иссушения почв является безграмотная и бессистемная распашка [2]. А.П. Энгельгардт полностью соглашается с ученым, что приемы обработки почвы имеют огромное значение для успешной борьбы с засухами в черноземной полосе России. Например, земля, вспаханная с осени, оказывается несравненно более влажной, чем земля, оставленная в зиму в плотном состоянии [1].

На основе анализа результатов исследований научных экспедиций, трудов опытных лесничеств А.П. Энгельгардт предлагает программу по борьбе с засухами и восстановлению плодородия земли. Она предусматривает следующие меры: оставление в залежь всех эрозионноопасных земель; создание защитных лесных насаждений; закрепление, укрепление песков облесением, дернованием и посевом трав; облесение и запруживание оврагов. Особенно подчеркивается необходимость правильного распределения древесной растительности по всей площади угодий [1]. Отмечается, что в черноземной полосе она должна быть не сплошная, а групповая. Александр Платонович с сожалением отмечает, что, по данным В.В. Докучаева и Н.М. Сибирцева, площадь лесов в черноземной полосе России к концу XIX столетия сократилась «до 5 и более раз». А ведь лес в степной зоне, подчеркивает А.П. Энгельгардт, ссылаясь на слова профессора А.Н. Краснова, является «хорошим хозяином, расчетливо собирающим и расходующим влагу».

Программа А.П. Энгельгардта по оптимизации степного природопользования, конечно, не отличается такой же основательностью и фундаментальным подходом, как подобный план, разработанный в конце XIX века профессором В.В. Докучаевым, предусматривающий развитие полезащитных лесонасаждений, внедрение травопольной системы земледелия, строительство прудов и водоемов. Но основные направления по борьбе с засухами и восстановлению плодородия земли были проработаны Александром Платоновичем достаточно глубоко и разносторонне, а некоторые он успел реализовать и на практике.

В программу по борьбе с засухами и восстановлению плодородия земли Александр Платонович включал и обязательное введение агрономических курсов. Недостаток квалифицированных кадров, дефицит агрономов и других специалистов из-за недостаточного развития сельскохозяйственного образования стали, по мнению А.П. Энгельгардта, одной из ключевых причин неправильной организации природопользования в степных регионах в России, нестабильности и невысокой экономической эффективности сельского хозяйства.

В начале 90-х годов XIX века в России было всего два земледельческих вуза: Петровская сельскохозяйственная академия в Москве и Ново-Александрийский институт сельского хозяйства и лесоводства, директором которого в 1892–1896 гг. был В.В. Докучаев. Конечно же, они не могли готовить достаточное количество квалифицированных специалистов для всех сельскохозяйственных районов страны, имеющих значительные различия в специализации и технологиях аграрного производства. Необходимость увеличения количества учебно-агрономических институтов отмечали многие ученые второй половины XIX века. Неоднократно писал об этом и В.В. Докучаев, подчеркивая, что в соответствии с природными условиями страны таких высших учебных заведений должно быть не менее трех: в подмосковном районе (для северной и средней нечерноземной полосы), в черноземной области и в западной полосе России. А.П. Энгельгардт соглашается с В.В. Докучаевым и в вопросе о необходимости создания и развития научных институтов и опытных станций, земско-сельскохозяйственных провинциальных обществ с целью всестороннего исследования естественно-исторических основ русского сельского хозяйства.

А.П. Энгельгардт отмечает, что реализация предложенной им программы является делом дорогостоящим и в новых экономических условиях непосильна многим частным владельцам и крестьянским обществам. Поэтому практическое выполнение поставленных задач должно возлагаться как на государство, так и на земские учреждения, частных землевладельцев.

Заключение

Анализ книги А.П. Энгельгардта показывает, что ее автор был не только прогрессивным государственным деятелем, но и наблюдательным исследователем, обладающим высокой эрудицией и аналитическим умом. И совершенно справедливо А.С. Ми-

наков, выделяя четыре типа губернаторов: «профессионалы», «либералы», «служаки» и «протеже», относит А.П. Энгельгардта к разряду профессионалов, особенно подчеркивая его высокий уровень взаимодействия с обществом [3].

В свете современных эколого-экономических представлений о сельском хозяйстве степной зоны [4–7] проблемы природопользования, рассмотренные в книге А.П. Энгельгардта «Черноземная Россия», остаются актуальными и сегодня. К сожалению, после разрушения природно-ресурсного потенциала степных ландшафтов мы находимся в начале пути научно обоснованной гармонизации сосуществования природы и общества. Этот процесс гармонизации шел бы гораздо активнее, если бы каждый из современных государственных деятелей по примеру А.П. Энгельгардта внимательно изучал и использовал научный опыт, накопленный многими поколениями отечественных ученых.

Работа выполнена в рамках бюджетной темы «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды».

Список литературы

1. Энгельгардт А.П. Черноземная Россия: Очерк экономического положения края. – Саратов: паровая скоропеч. Губ. правл., 1902. – 234, XXXIV с.

2. Костычев П.А. О борьбе с засухами в Черноземной области посредством обработки полей и накопления на них снега. – СПб., 1893. – 83 с.

3. Минаков А.С. Губернаторский корпус пореформенной России: состав и механизмы формирования // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – 2012. – № 1. – С. 2–3.

4. Казачков Г.В., Левыкин С.В. Новый подход к геоэкологической оптимизации степного землеустройства // Геоэкологические основы землеустройства: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2015. – С. 47–50.

5. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Современное развитие системного подхода к конструированию агроландшафтов (к 150-летию со дня рождения выдающихся ученых) // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 5. – С. 11–14.

6. Соколов А.А., Чибилёв А.А. К оценке эффективности использования биопотенциального плодородия на территории степной зоны России // Проблемы региональной экологии. – 2016. – № 6. – С. 55–59.

7. Чибилёв А.А., Левыкин С.В. Инновационные подходы к оптимизации структуры степного природопользования в постцелинный период // Вопросы степеведения. – Оренбург, 2014. – Вып. XI. – С. 61–63.

УДК 338.431.8/.433(477.75)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

[1]Менюк С.Г., [1]Менюк Е.Н., [1]Дядичев В.В., [2]Борисова О.В.

[1]Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, e-mail: menuka@mail.ru;
[2]Сибирский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства СФНЦА РАН, Барнаул, e-mail: borisova_ov@bk.ru

В статье раскрыта сущность инфраструктуры агропромышленного комплекса, показано её влияние на развитие всех отраслей АПК, а также рассмотрены основные элементы инфраструктуры. От уровня развития инфраструктуры в значительной степени зависит производственно-сбытовая деятельность предпринимателей всех уровней, работающих на данном сегменте товарного рынка. Проанализированы особенности развития агропромышленного комплекса Республики Крым. Определены стратегические цели развития сельского хозяйства и пищевой промышленности в Республике Крым. В соответствии с этим сформулированы основные задачи инфраструктуры агропромышленного комплекса республики. Показана необходимость формирования инфраструктуры развития регионального агропромышленного комплекса в Республике Крым на основе программно-целевого метода. Изучены возможности формирования инфраструктуры государственной поддержки инновационного развития сельского хозяйства и пищевой промышленности. Выделены основные элементы производственной инфраструктуры агропромышленного комплекса. Предложены перспективные направления развития товаропроводящей инфраструктуры.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, инфраструктура развития, программно-целевой метод, государственная поддержка, производственная инфраструктура, товаропроводящая инфраструктура

FEATURES OF FORMATION OF INFRASTRUCTURE OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

[1]Menyuk S.G., [1]Menyuk E.N., [1]Dyadichev V.V., [2]Borisova O.V.

[1]Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, e-mail: menuka@mail.ru;
[2]Siberian Research Institute Agricultural Economics SFNTSA RAS, Barnaul, e-mail: borisova_ov@bk.ru

The article reveals the essence of agriculture infrastructure, shown its impact on the development of all industries agriculture, as well as the basic infrastructure elements. From the level of infrastructure development largely depends on production and marketing activities of entrepreneurs at all levels, working in this segment of the commodity market. The features of development of the agroindustrial complex of the Republic of Crimea. Strategic objectives have been identified for the development of agriculture and food industry in the Republic of Crimea. In line with this, the main tasks of the infrastructure of the agroindustrial complex of the Republic. The necessity of infrastructure development in regional agricultural complex in the Republic of Crimea on the basis of program-target method. Explored the formation of the infrastructure of the state support of innovative development of agriculture and the food industry. Explored the formation of the infrastructure of the state support of innovative development of agriculture and the food industry. Suggested promising directions of development of distribution infrastructure.

Keywords: agriculture, infrastructure development, program-target method, public support, production infrastructure, distribution infrastructure

Для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации необходимо стабильное развитие всех отраслей агропромышленного комплекса, в связи с чем возрастает роль инфраструктуры, позволяющей осуществлять функции развития комплекса, государственного регулирования агропродовольственного рынка и устойчивого развития сельской местности. Инфраструктура агропромышленного комплекса должна быть направлена на поддержку производителей сельскохозяйственной продукции, пищевой и перерабатывающей промышленности всех форм собственности, развитие межрегиональных связей на национальном рынке и экспорта готовой продукции. Особое значение приобретает развитие инфраструктуры в условиях санкций против нашей страны и ответного введения продовольственного эмбарго.

Существует множество подходов к определению категории «инфраструктура», авторы рассматривают её в зависимости от нужд производственной, сбытовой, управленческой деятельности или государственного регулирования, характеризуя:

– производственную инфраструктуру, к которой относят не только организации по материально-техническому снабжению сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, но и систему заготовок сельскохозяйственной продукции, системы инженерного обеспечения деятельности организаций АПК, элеваторное, холодильное и складское хозяйство, главной задачей которой является обеспечение полного

и ритмического развития основных сфер агропромышленного комплекса при создании условий для эффективного использования его ресурсного потенциала [1]. Таким образом, производственная инфраструктура является материально–технической базой функционирования отраслей агропромышленного комплекса и обеспечивает взаимосвязь всех фаз процесса воспроизводства [2];

– инфраструктуру, оказывающую решающее влияние на развитие сельской местности, характеризуют как «социальную инфраструктуру сельских территорий», «инфраструктуру развития предпринимательства в сельском хозяйстве» [3];

– инфраструктуру развития агропромышленного комплекса, в которую включают, помимо производственной инфраструктуры, такие элементы, как научное и кадровое обеспечение отрасли, инфраструктуру сбыта, инфраструктуру материально-технического обеспечения производственного процесса, а также основные механизмы государственной поддержки отрасли на федеральном и на региональном уровне, в том числе поддержку экспорта [4];

– инфраструктуру инновационную, направленную на достижение целевых показателей, обозначенных в программных документах развития агропромышленного комплекса страны [5];

– инфраструктуру государственной поддержки на основе широкого использования программно-целевого метода в управлении развитием регионального АПК [6].

Обобщая итоги проведённого монографического исследования, можно сказать, что инфраструктура развития регионального агропромышленного комплекса должна объединить в себе элементы различных инфраструктур, осуществляющих инновационные преобразования отрасли, обеспечивающих её ускоренное развитие и направленных на повышение конкурентоспособности отрасли в каждом регионе, причём разрабатываться инфраструктура развития должна с учетом специфических особенностей природно-климатических характеристик региона, растениеводства, животноводства, рыбоводства и т.д. В каждом регионе в инфраструктуру развития агропромышленного комплекса должны быть включены элементы, направленные на инновационно-технологическое обновление предприятий сельского хозяйства и пищевой промышленности, что позволит внедрять технологии выпуска органической сельскохозяйственной продукции и органического продовольствия, следовательно, выйти на новые сегменты мирового продовольственного рынка и мирового рынка сельскохозяйственного сырья.

Безусловно, значительную роль в формировании инфраструктуры развития агропромышленного комплекса играют региональные органы государственного управления и органы муниципального управления, поддерживающие создание научно-технологических центров, в том числе непосредственно в сельской местности, фонды поддержки малого бизнеса, развитие государственно-частного партнёрства, консультационные центры.

В целях активного внедрения современных технологий в Российской Федерации создана технологическая платформа «Технологии экологического развития», консолидирующая ресурсы бизнеса, государственной власти и гражданского общества для достижения цели устойчивого экологического развития нашей страны [7]. Среди ключевых тематических направлений технологической платформы для агропромышленного комплекса Республик Крым наиболее значимыми являются: технологии рационального природопользования, обеспечения экологической безопасности и новых экологических стандартов жизни человека; экологически чистые технологии производства; технологии экологически безопасного обращения с отходами; внедрение инновационных средств инструментального контроля загрязнения; развитие рынка экологических услуг в сфере агротуризма.

Для разработки инфраструктуры развития агропромышленного комплекса Республики Крым необходимо дать оценку природно-климатическому и экономическому потенциалу региона; уровню развития агропромышленного комплекса; особенностям формирования малого бизнеса в сельской местности; развитию товаропроводящей системы.

Благодаря разнообразию физико-географических регионов Республики Крым, включающих около 50 ландшафтов, республика располагает благоприятными природными предпосылками для развития сельского хозяйства, рекреационной отрасли и ряда промышленных производств. Крымская степная провинция, расположенная на севере, включает низменные типчаково-ковыльные степи, равнинные ковыльно-типчаково-разнотравные степи и холмогорную петрофитно-ксерофитную дерновинно-злаковую и полынную степи. В равнинном Крыму преобладают разновидности черноземов южных и карбонатных, реже распространены темно-каштановые и лугово-каштановые почвы.

Агроклиматические ресурсы Крыма позволяют выращивать многие культуры умеренного и даже субтропического пояса. Однако обилие тепла и света сопровождается недостаточной увлажненностью. Среднегодовая сумма осадков на большей части Крыма равна 300–400 мм, однако в засушливые годы количество осадков уменьшается вдвое, поэтому в регионе ведется ирригационное строительство. По оценке специалистов, гектар орошаемой земли дает продукции в 4 раза больше, чем богарный. Основная площадь орошения приходится на северные территории республики [8].

Основным направлением развития сельского хозяйства Республики Крым является земледелие, отраслями его специализации – зерновое хозяйство, садоводство, виноградарство, возделывание табака, эфиромасличных культур. В животноводстве основным направлением является молочно-мясное скотоводство, развивается птицеводство, возрождается овцеводство.

Республика Крым обладает большими запасами водоемов, в ней насчитывается 1657 рек и временных водотоков с общей протяженностью 5996 км, сотни озёр. Это даёт возможность развивать фермерскую аквакультуру, а на морском побережье – марикультуру.

Уникальные природные условия дают возможность оказывать экологические услуги на основе развития зеленого туризма и агротуризма, которые активно развиваются как одна из форм малого бизнеса за счёт создания жизненной среды, приближенной к природе.

Характеризуя основные направления развития экономики Республики Крым, необходимо отметить, что среди наиболее перспективных направлений выделяется туризм, как требующий особого внимания со стороны регионального агропромышленного комплекса, от которого зависит обеспечение продовольствием местного населения и туристов в соответствии с требованиями Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации.

На рис. 1 представлены результаты анализа обеспеченности продовольствием Республики Крым (с учетом местного населения и посещающих его туристов из расчета среднего пребывания в течение 10 дней) [9, 10]. За основу взяты рациональные нормы питания, утвержденные Правительством Российской Федерации.

По основным видам животноводческой продукции наблюдается дефицит собственного производства, который в 2016 г. по сравнению с 2015 г. сократился незначительно и составил: по молочной продукции – 458,1 тыс. тонн, по мясу и птице – 104,9 тыс. тонн, по яйцу – 48,86 млн штук. Недостающее продовольствие ввозится из других регионов Российской Федерации и по импорту.

В настоящее время за счёт собственного производства Республика Крым полностью удовлетворяет потребности региона в продовольственной пшенице, пшеничной муке, овощах, свинине, яйцах, безалкогольных напитках, продукции кондитерской промышленности. Однако крымский агропромышленный комплекс пока не может в полном объёме обеспечить потребности населения республики по многим важным позициям. В частности, производство молока необходимо увеличить почти в 3 раза, вылов рыбы – более чем в 4 раза, производство мяса – почти на 47 % [11].

Главными факторами, оказывающими влияние на формирование инфраструктуры развития агропромышленного комплекса Республик Крым, являются:

– недостаточное финансирование развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, которое фактически отстаёт от объёмов, заявленных в Государственной программе развития АПК до 2020 г.: в 2016 г. – на 45 млрд руб., в 2017 г. – на 84 млрд руб., к 2020 г. планируемый разрыв составит 44 млрд руб. [12];

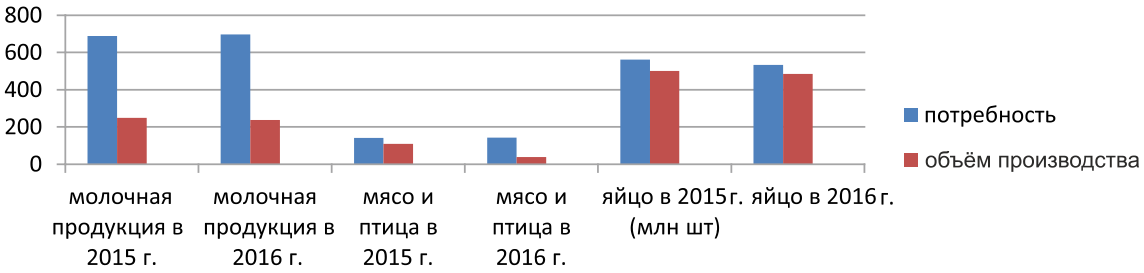


Рис. 1. Обеспеченность населения Республики Крым продовольствием, произведенным местными предприятиями за 2015–2016 гг. (тыс. тонн) [9, 10]

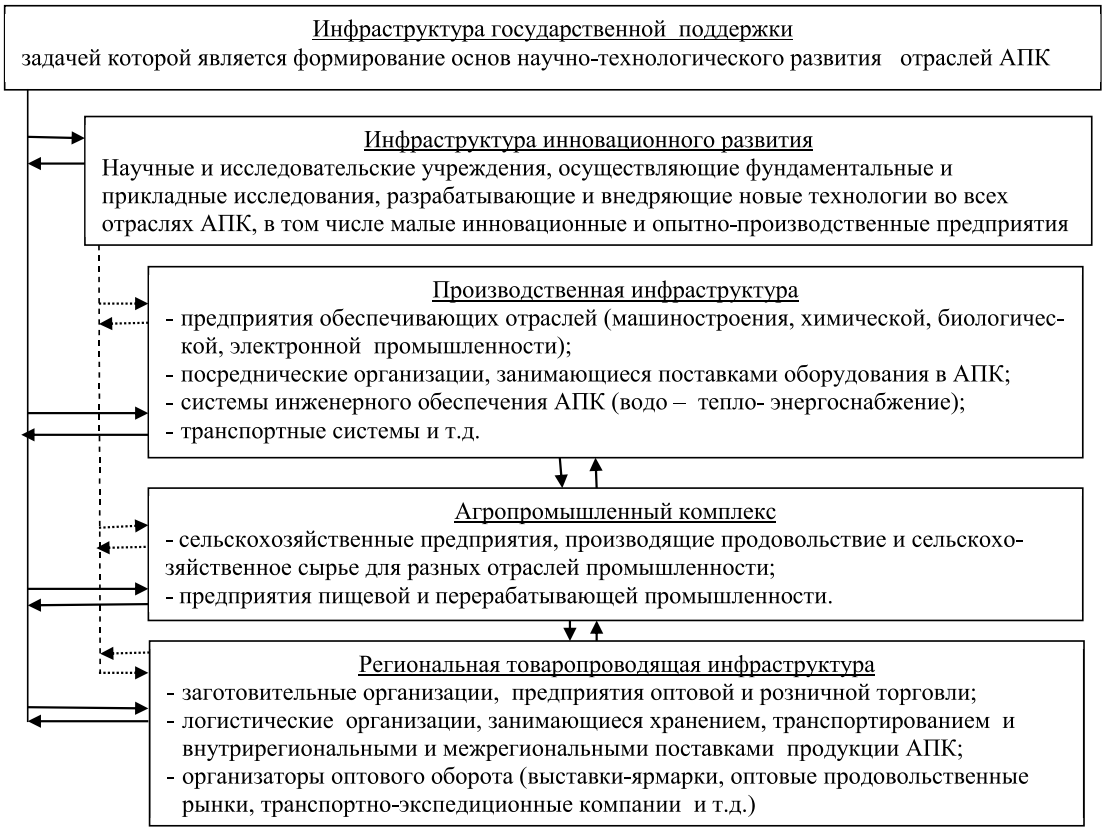


Рис. 2. Инфраструктура развития регионального агропромышленного комплекса

– недостаточно развитое отечественное машиностроение и значительная технологическая зависимость сельского хозяйства и пищевой промышленности от импортных технологий. Так, только для пищевой промышленности импорт оборудования в 2016 г. вырос на 20% и достиг 50,1 млрд руб., объём импорта в 4 раза превышает собственное производство [12];

– недостаточная правовая регламентация деятельности агропромышленного комплекса России в сфере: регулирования качества пищевой продукции в Евразийском экономическом союзе; производстве органической продукции; широком применении международной сертификации различных видов;

– неразвитая логистическая система в Республике Крым, связанная с отсталостью транспортной инфраструктуры и отсутствием постоянной устойчивой связи с материком. В настоящее время осуществляется строительство Крымского морского моста, проводится реконструкция внутрирегиональных дорог, на что республике на период до 2020 г. выделено 228 миллиардов рублей.

Учитывая проблемы, которые необходимо решать, инфраструктура развития агропромышленного комплекса Республик Крым должна включать в себя основные блоки, представленные на рис. 2.

Блок 1. Инфраструктура государственной поддержки, которая включает в себя федеральные и региональные органы управления, обеспечивающие формирование институциональной среды, обеспечивающей развитие всех отраслей экономики страны. Особое внимание в настоящее время необходимо уделить инновационному развитию, считаем, что в Республике Крым необходимо разработать целевые региональные программы для агропромышленного комплекса: по разработке и внедрению технологий экологического развития; по развитию аквакультуры и марикультуры; по созданию специализированных логистических центров для сельскохозяйственной продукции; по развитию малого бизнеса в пищевой и перерабатывающей промышленности; по развитию этноэкономики в сельской местности.

Блок 2. Инфраструктура инновационного развития, для становления которой необходимо при имеющихся в Республике Крым

научных учреждениях и высших учебных заведениях создавать малые научные предприятия, осуществляющие прикладные исследования в области АПК, разрабатывающие новые технологии и внедряющие их в практику. Особое внимание необходимо уделить разработке биотехнологий в рамках Российской технологической платформы «Биоиндустрия и Биоресурсы – БиоТех2030», долгосрочной целью которой является выход в 2020 г. на объём биоэкономики в России в размере 1 % и к 2030 году – не менее 3 %. В настоящее время доля импорта в применяемых в стране агробиотехнологиях составляет 93 % [13].

Для широкого распространения и внедрения инновационных технологий необходимо создавать консультационные центры в сельских муниципальных районах, а также инкубаторы, инновационно-технологические центры, бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий, экспериментальные предприятия. Задачей образовательных учреждений в данном случае становится подготовка высококвалифицированных кадров, способных формировать условия для инновационного развития, активно внедрять инновации в практику действующих предприятий.

Блок 3. Производственная инфраструктура. Учитывая проблемы Российской Федерации, связанные с развитием машиностроения для пищевой промышленности, считаем целесообразным на базе имеющегося машиностроительного комплекса республики создать предприятия, занимающиеся производством оборудования для малых предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, овоще- и фруктохранилищ. Именно в оборудовании для таких предприятий нуждается агропромышленный комплекс Южного федерального округа. Вторым направлением развития производственной инфраструктуры является создание биотехнологических предприятий, выпускающих для агропромышленного сектора – биопрепараты для ветеринарии, стимуляции роста и защиты растений; ферменты, аминокислоты; биотехнологические растения и животные; для пищевой промышленности – пищевые ингредиенты, закваски; продукты функционального, лечебного, детского и специального питания.

Блок 4. Агропромышленный комплекс, включающий в себя сельскохозяйственные организации и предприятия пищевой промышленности, которые с целью быстрого технологического развития могут создавать технопарки совместно с организациями блока 2.

Блок 5. Региональная товаропроводящая инфраструктура, в развитие которой необходимо создавать комплекс организаторов оптового оборота:

– выставки-ярмарки, цель которых – реализация произведенной сельскохозяйственной продукции в другие регионы России. Такая работа будет успешной только при поддержке региональных органов власти;

– оптовые продовольственные рынки, работающие по обслуживанию предпринимателей близлежащих сельских муниципальных районов;

– фирменную розничную торговую сеть по реализации продукции крымских фермеров и крымских предприятий пищевой промышленности. Целесообразно открыть интернет-магазины, торгующие местной продовольственной продукцией, с доставкой товаров на дом и на малые предприятия во всех городах республики;

– транспортно-экспедиционные предприятия, обладающие парком специализированного транспорта для перевозки живого скота, скоропортящейся сельскохозяйственной и продовольственной продукции, зерна, сена и т.д.

Таким образом, формирование инфраструктуры развития агропромышленного комплекса Республики Крым в рамках данных предложений будет способствовать инновационному развитию экономики всех сельских муниципальных районов, созданию новых инновационных предприятий и высокотехнологичных рабочих мест.

Статья публикуется при поддержке гранта РФФИ № 16-46-910725 р_а «Разработка механизма совершенствования инфраструктуры развития агропромышленного комплекса Республики Крым».

Список литературы

1. Belov M.A. Upravleniye proizvodstvennoy infrastrukturoy: [ucheb. posobiye.] / M.A. Belov, V.V. Antonets. – M.: Finansy, 1997. – 208 p.

2. Менюк С.Г., Менюк Е.Н., Дядичев В.В. Особенности формирования производственной инфраструктуры агропромышленного комплекса Республики Крым // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития: сборник материалов XIX Всероссийской научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2017. – С. 69–75.

3. Горнин Л.В., Захаров Р.В., Едренкина Н.М. Развитие социальной инфраструктуры на селе // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – № 7. – С. 3–6.

4. Борисов Д.В. Инфраструктура развития как фактор повышения конкурентоспособности рыбоводства // Формирование инфраструктуры развития регионального АПК: теория и практика / Алтайский отдел ФГБНУ СибНИИЭСХ; под науч. ред. проф. Г.М. Гриценко. – Барнаул: Алтайский дом печати, 2015. – С. 203–206.

5. Помогаев В.М. Инновационная инфраструктура и ее место в воспроизводственном процессе АПК // Вестник АлтГАУ. – 2011. – № 7 (81). – С. 119–123.

6. Менюк С.Г., Менюк Е.Н., Дядичев В.В., Борисова О.В. Формирование инфраструктуры развития регионального агропромышленного комплекса // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 17–20.

7. Технологическая платформа «Технологии экологического развития». URL: http://tp-eco.ru/ (дата обращения: 20.11.2017).

8. Республика Крым. URL: http://bukvi.ru/estestvoznanie/geografia/avtonomnaya-respublika-krym.html (дата обращения: 20.11.2017).

9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2016: Стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – С. 755–780.

10. Основные показатели работы агропромышленного комплекса Республики Крым (за январь-декабрь 2016 года). URL: http://msh.rk.gov.ru/rus/info.php?id=646255 (дата обращения: 30.11.2017).

11. Отчет Главы Республики Крым Сергея Аксенова о результатах деятельности Совета министров РК за 2016 год. URL: http://s-matveev.ru/respublika-kryim/otchet-glavyi-respubliki-kryim-sergeya-aksenova-o-rezultatah-deyatelnosti-soveta-ministrov-rk-za-2016-god/ (дата обращения: 30.11.2017).

12. Материалы парламентских слушаний на тему: «Законодательное обеспечение развития переработки сельскохозяйственной продукции». URL: http://komitet2-20.km.duma.gov.ru/Novosti-Komiteta/item/111160. (дата обращения: 30.11.2017).

13. Российская технологическая платформа «Биоиндустрия и биоресурсы – БиоТех2030». URL: http://biotech2030.ru/ (дата обращения: 25.11.2017).

УДК 332.64(574)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ МЕТОДИК ДЛЯ ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Урамаева Д.Э., Сихимбаев М.Р., Байкенова Г.Г.

Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, Караганда,
e-mail: gazzimova@mail.ru, smurat@yandex.ru, murzabek_b@mail.ru

В статье ставится задача рассмотреть основные оценочные методики для недвижимого имущества, а именно офисных зданий. Предметом исследования являются оценочные методики для офисных зданий, применяемые в Республике Казахстан. Рассмотрена подробная классификация офисной недвижимости, характерные признаки классов. В статье приведен анализ изменения стоимости аренды офисных помещений в Республике Казахстан. Значительное внимание уделяется технологии оценки затратным, доходным и сравнительным подходами. Статья раскрывает сущность основных методов оценки недвижимого имущества. Детально рассмотрены метод дисконтированных денежных потоков, метод прямой капитализации, метод сравнительного анализа, метод валового рентного мультипликатора. Подробно описаны корректирующие коэффициенты метода сравнительного анализа и порядок их внесения в расчеты. Результатом исследования являются выводы о целесообразности применения того или иного метода оценки недвижимого имущества.

Ключевые слова: оценка, офисная недвижимость, оценочные методики, технология оценки, корректирующие коэффициенты

RESEARCH OF EVALUATION METHODS FOR OFFICE BUILDINGS USED IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Uramaeva D.E., Sikhimbaev M.R., Baykenova G.G.

Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda,
e-mail: gazzimova@mail.ru, smurat@yandex.ru, murzabek_b@mail.ru

The aim of the article is to consider the main evaluation methods for real estate, namely office buildings. The subject of the study are evaluation methods for office buildings used in the Republic of Kazakhstan. The detailed classification of office real estate as well as characteristic features of classes have been considered. The article analyzes the change in the cost of renting office space in the Republic of Kazakhstan. Considerable attention is paid to the technology of estimating cost, income and comparative approaches. The article reveals the essence of the main methods of assessing real estate. The method of discounted cash flows, direct capitalization method, comparative analysis method, gross rental multiplier method are considered in detail. Correcting coefficients of the comparative analysis method and the order of their calculation are described in detail. The result of the study is the conclusions about the advisability of applying a particular method of assessing real estate.

Keywords: valuation, office real estate, valuation techniques, estimation technology, corrective coefficients

Деятельность профессиональных экспертов-оценщиков распространяется на определение стоимости различных имущественных комплексов и видов собственности. В настоящее время обязательным атрибутом операций с недвижимым имуществом является оценка офисных зданий и помещений. Большую долю в общем объеме объектов коммерческой недвижимости занимают офисные помещения, которые пользуются большой популярностью среди покупателей, инвесторов и арендаторов. В связи с этим компетентная и объективная оценка офисных помещений и офисных зданий имеет большое значение для собственников, так как дает возможность понять текущую рыночную стоимость объекта и оценить дальнейшие перспективы развития и варианты использования объектов коммерческой недвижимости.

Как показывает практика, оценка офисной недвижимости необходима в следующих случаях: купля-продажа, сдача помещения в аренду, оформление кредита, внесение объекта оценки в уставный капитал организации, с целью уточнения налога на имущество, страхования, рассмотрения вопросов о стоимости объекта.

К основным факторам, влияющим на стоимость офисной недвижимости, можно отнести: месторасположение, тип здания, год постройки и ввода в эксплуатацию, правильность оформления юридической документации, площадь офисных зданий или помещений, класс офиса, организация входа, планировка и отделка офисного помещения, наличие охраны, наличие или отсутствие стоянки для автотранспорта.

Офисная недвижимость подразделяется на классы – A, B, C, D, E. Принято также считать офисы классов A, B и некоторые офисы класса C – офисами западного образца, а офисы классов C, D и E – офисами отечественного стандарта.

Офисы класса A – элитные помещения, находящиеся в бизнес-центрах и современ-

ных офисных комплексах. Данные помещения характеризуются высоким качеством отделки и оснащены по последнему слову техники. Объекты этого класса обладают улучшенной внутренней и внешней отделкой, имеют современную свободную планировку, навесные потолки, паркетные полы и т.п. К услугам арендаторов предоставлены конференц-залы, высококачественные скоростные лифты, охраняемые парковка, подземный паркинг, службы безопасности и обслуживания.

В новых или только что переоборудованных и реконструированных зданиях, имеющих все необходимые инженерные коммуникации, расположены офисные помещения класса B. Эти офисы уступают офисам класса A по престижности и оснащённости. К примеру, в таких зданиях допустимо отсутствие центральной системы кондиционирования или крытой парковки.

Офисы класса C – помещения административных зданий заводов, производственных предприятий, комбинатов. По своей сути они не предназначены для офисной деятельности. Такие офисы ограничены набором удобств, в них отсутствуют современная система вентиляции, центральное кондиционирование.

Офисы класса D расположены в старых зданиях, которые нуждаются в капитальном ремонте, замене инженерных коммуникаций.

К классу E относятся квартиры, выведенные из жилого фонда, а также переоборудованные подвальные и полуподвальные помещения. Такие помещения подлежат полной реконструкции.

Согласно данным аналитики делового портала Kapital.kz, стоимость аренды офисных помещений в целом по Республике Казахстан увеличилась на 0,6% в сравнении с периодом январь – май 2016 года. За последние пять лет зафиксирован самый низкий уровень прироста цен. Это объясняется тем, что ситуация в экономике страны ухудшалась и некоторые организации приостановили активную деятельность. На рынке недвижимого имущества количество платежеспособных клиентов снизилось, по этой причине собственники офисных зданий замораживают арендные ставки с целью удержания действующих арендаторов и привлечения новых (рис. 1).

В этом году наблюдается значительное замедление роста стоимости аренды по всем классам офисов. Так за период январь – май 2017 года арендная плата за офисы класса A возросла на 0,3%, в прошлом году за аналогичный период цены поднялись на 3,3%.

Цены офисных помещений класса B и D в 2017 году выросли для арендаторов на 0,1%. В прошлом же году прирост цен составлял 1,4% и 4%. Арендные ставки офисов класса C выросли на 0,9% в сравнении с прошлым годом. За период январь – май 2016 года стоимость аренды таких помещений возросла на 2,6% (рис. 2).

За период январь – май 2017 года значительно снижена арендная ставка офисных помещений в Кызылординской области – на 3,1% в сравнении с аналогичным периодом 2016 года. В Мангистауской области также наблюдается период скидок на офисные помещения – цена аренды снижена на 2,6%. В столице г. Астана стоимость офисных помещений в этом году уменьшилась на 0,9%. В г. Алматы аренда офисов, напротив, продолжает расти – прирост составляет 0,9% в сравнении с ценами за 5 месяцев 2016 года [1, 2].

Исходя из практического опыта для оценки офисных зданий широко применяются различные методы оценки, которые объединены в три подхода: затратный, доходный и сравнительный.

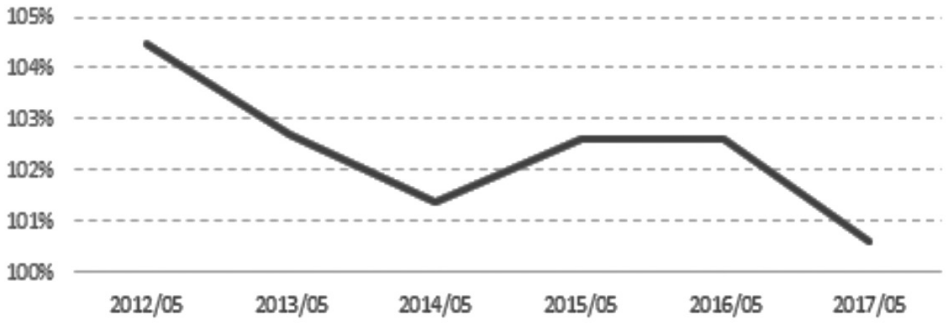


Рис. 1. Индекс цен на аренду помещений административно-офисного назначения (% к периоду предыдущего года)

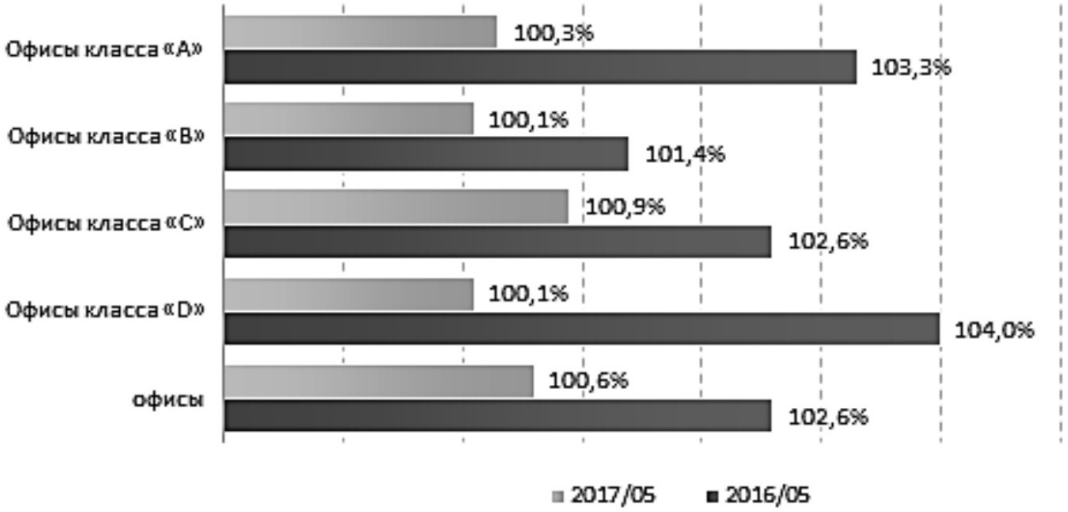


Рис. 2. Индекс цен на аренду офисов (% к периоду предыдущего года)

Основное преимущество затратного подхода, которое определяет популярность среди практикующих оценщиков, состоит в его пригодности для достоверной оценки недвижимого имущества на малоактивных рынках или специализированного имущества. К ним можно отнести сооружения, архитектурные памятники, передаточные устройства, объекты незавершенного строительства.

Определение стоимости объекта затратным подходом включает следующие стадии:

1) на первом этапе оценщик рассчитывает полную восстановительную или стоимость замещения. В настоящее время в Казахстане для оценки зданий и сооружений применяют сборник УПСС КО-ИНВЕСТ;

2) на втором этапе рассчитываются все виды износа, а именно физический, функциональный и внешний;

3) третий этап включает расчет остаточной стоимости оцениваемого объекта путем вычитания размера накопленного износа из восстановительной стоимости;

4) на четвертом этапе определяется стоимость земельного участка;

5) завершающим этапом затратного подхода является сложение стоимости земельного участка и улучшений, расположенных на нем (здания, сооружения и т.п.) [3].

В оценочной практике под износом понимают потерю стоимости объекта оценки в процессе эксплуатации под воздействием различным факторов устаревания. Накопленный износ недвижимости – это сумма физического, функционального и внешнего износов. Схематически все виды износа изображены на рис. 3.

Устранимый физический износ возникает в том случае, когда затраты на его устранение меньше, чем эффект, полученный в результате ремонта или меньше, чем возможное увеличение стоимости оцениваемого объекта в целом. Методом разбивки на конструктивные элементы рассчитывается неустранимый физический износ, в случае если они имеют различный срок жизни.

Износ конструктивного элемента выражен отношением эффективного возраста к нормативному сроку экономической жизни, который принимается на основании данных технического паспорта или по утвержденным рекомендуемым нормам. Эффективный возраст объекта недвижимости определяется на основе хронологического возраста с учетом внешнего вида, физического состояния, накопленного износа, экономических факторов эксплуатации.

Взаимосвязь между износом, восстановительной стоимостью, эффективным возрастом и типичным сроком экономической жизни выражается соотношением

$$И / ВС = ЭВ / ТС\ э.ж., \qquad (1)$$

где И – износ;
ВС – восстановительная стоимость;
ЭВ – эффективный возраст;
ТС э.ж. – типичный срок экономической жизни.

Доходный подход применим при определении рыночной стоимости объектов недвижимого имущества, которые покупаются и продаются в связи с их способностью приносить доходы. Существуют два метода доходного подхода: метод прямой капитализации дохода и метод дисконтированных денежных потоков.

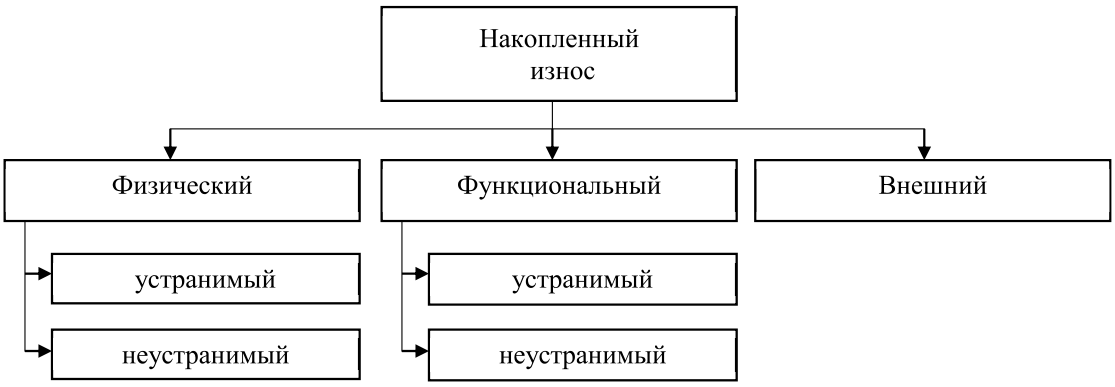


Рис. 3. Виды износа

Офисные помещения являются одной из категорий коммерческой недвижимости, то есть недвижимости, способной приносить доход ее владельцу. Для собственника офисной недвижимости рыночная стоимость объекта напрямую зависит от потенциального дохода, который может быть получен от эксплуатации объекта. В этой связи коммерческую недвижимость также принято называть доходной недвижимостью. Отличительной чертой офисной недвижимости является ярко выраженная нацеленность на получение прибыли. Классическим способом получения дохода от эксплуатации объектов коммерческой недвижимости являются арендные платежи. В таком случае источник дохода неразрывно и напрямую связан с недвижимостью. Основной принцип доходного подхода основывается на том, что чем выше доходный потенциал оцениваемой коммерческой недвижимости, тем выше ее цена.

Этапы метода прямой капитализации дохода предусматривают следующую последовательность:

1) прогнозирование валового дохода;
2) расчет действительного дохода;
3) расчет чистого операционного дохода, рентного дохода;
4) определение ставки капитализации;
5) расчет стоимости объекта оценки путем деления чистого операционного дохода или рентного дохода на ставку капитализации.

Стоимость объекта оценки С определяется по формуле

$$С = ЧОД / к, \qquad (2)$$

где ЧОД – чистый доход;
к – коэффициент капитализации.

Рассмотрим пример определения стоимости объекта недвижимого имущества доходным подходом, а именно методом дисконтирования будущих доходов: в течение 4-х лет офисное здание будет сдаваться в аренду за 10 000 долларов, платежи будут поступать в конце каждого отчетного года. Ставка дисконтирования принята в размере 14%. Предполагается, что в конце 4-го года объект недвижимости будет продан за 55 000 долларов. Требуется определить текущую стоимость офисного здания?

Решение:

1. Определяем текущую стоимость платежей:

$$10\,000 \times (1/(1 + 0{,}14) + 1/(1 + 0{,}14)^2 + 1/(1 + 0{,}14)^3 + 1/(1 + 0{,}14)^4) = 10\,000 \times 2{,}913713 = 29137{,}1 \text{ долларов.}$$

2. Далее следует определить текущую стоимость реверсии:

$$55\,000 \times (1/(1 + 0{,}14)^4) = 32564{,}4 \text{ долларов.}$$

3. Для получения текущей стоимости офисного здания суммируем полученные текущие стоимости [4]:

$$29137{,}1 + 32564{,}4 = 61701{,}5 \text{ долларов.}$$

С помощью сравнительного подхода можно произвести оценку рыночной стоимости на основании цен предложений по аренде или продаже объектов или цен недавних продаж, сопоставимых с оцениваемым объектом. В Республике Казахстан отсутствует база, которая содержит информацию о фактических ценах продажи объектов недвижимости. В связи с этим в рамках сравнительного подхода оценщики проводят расчет на основании цен предложений.

К методам сравнительного подхода относят: метод сравнительного анализа; метод соотнесения цены и дохода, представленный методом валового рентного мультипликатора и методом общего коэффициента

капитализации; метод статистического моделирования.

В оценочной практике самым распространенным является метод сравнительного анализа. На начальном этапе определения стоимости объекта недвижимости методом сравнительного анализа оценщик проводит исследование рынка и собирает информацию о предложениях по продаже объектов, аналогичных оцениваемому. Для практического применения данного метода необходимо как минимум три объекта-аналога. После отбора подходящих аналогов проводится расчет корректирующих коэффициентов и их внесение в цену каждого сравниваемого объекта по каждому элементу сравнения. Корректировки цен предложений сравниваемых объектов вносятся в порядке, выработанном практикой оценки, при этом первые пять корректировок выполняются в строго определенном порядке, остальные выполняются в произвольном порядке: корректировка на переданные имущественные права, корректировка на торг, корректировка на финансовые условия, корректировка на условия, корректировка на время продажи, корректировка на местоположение, корректировка на физические характеристики, корректировка на целевое использование недвижимости. На заключительном этапе согласовываются скорректированные цены сопоставимых объектов для получения единого значения рыночной стоимости объекта оценки [5, 6].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что существует несколько десятков методов оценки объектов недвижимого имущества, которые используются для различных видов объектов. Выбор определенного метода оценки зависит от ряда факторов, в том числе от характера объекта, цели и функции оценки, от имеющейся в распоряжении эксперта информации. Метод капитализации наиболее приемлем в случае, когда объект недвижимости приносит стабильный постоянный доход. В случае, когда имеется достаточное количество рыночной информации о предложении аналогичных объектов, то для оценки целесообразнее использовать метод рыночной информации. Если объект недвижимого имущества функционирует на неактивном рынке недвижимости, наиболее подходящим считается один из методов затратного подхода.

Таким образом, выбор метода для оценки офисного здания или помещения – трудоемкий, творческий процесс. Оптимальность выбора методов оценки существенно зависит от практического опыта и квалификации эксперта-оценщика. С целью получения наиболее точного итогового значения стоимости объекта недвижимого имущества при согласовании результатов оценки, эксперту-оценщику необходимо использовать как можно больше методов, которые целесообразно применять в каждом конкретном случае.

Список литературы

1. Сихимбаев М.Р., Шацкая А.А. Практика использования методик прогнозирования динамики цен на рынке недвижимости в Казахстане // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8(2). – С. 240–243.

2. Аналитики: Бизнес-центры снижают цены // Деловой портал Kapital.kz. 26.06.2017. URL: https://kapital.kz/business/60924/analitiki-biznes-centry-snizhayut-ceny.html (дата обращения: 04.11.2017).

3. Методы оценки объектов недвижимости: метод. указ. / Сост. Е.В. Аленичева. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 32 с.

4. Сихимбаев М.Р., Бабыкина И.С. Анализ методов оценки рынка недвижимости на примере инвестиционного проекта строительства жилого комплекса в Казахстане // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 2–1. – С. 82–87.

5. Оценка недвижимости: Учебник. Второе издание / Драпиковский А.И., Иванова И.Б., Игнатенко Н.С., Исаев Н.Б., Лукашова И.В., Мокроусов Н.В., Романенко Л.В. / Под ред. А.И. Драпиковского и И.Б. Ивановой – изд. 2-ое – Б.:, Изд-во «Ега-Басма», 2007. – 480 с.

6. О некоторых вопросах оценочной деятельности: приказ Министра юстиции Республики Казахстан от 25 февраля 2015 года № 115 // Саморегулируемая палата Казахстанской ассоциации оценщиков. URL: http://www.valuer.kz/zan/stand/144-o-nekotorykh-voprosakh-otsenochnoj-deyatelnosti-prikaz-ministra-yustitsii-115-ot-25-02-2015-standarty (дата обращения: 26.11.2017).

УДК 338.23:330.322(73+71)

ПРАКТИКА ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ИНФРАСТРУКТУРУ НА ПРИМЕРЕ США И КАНАДЫ

Урумов Т.Р., Раков И.Д.

ФГБУ «Научно-исследовательский финансовый институт», Москва, e-mail: turumov@nifi.ru, rakov@nifi.ru

В статье рассмотрены основные формы государственного финансирования инфраструктурных проектов в таких развитых странах, как США и Канада. Обоснована роль государства как основного инвестора в инфраструктуру и значимость государственной поддержки для развития общественной инфраструктуры. Раскрыта страновая специфика финансирования инфраструктуры и проведена характеристика основных форм ее финансирования в рассматриваемых странах. Также в статье на примере рассматриваемых стран охарактеризована особая роль инфраструктуры для экономики страны, поскольку инфраструктура представляет собой элемент, через который инвестиции оказывают влияние на общий уровень экономической активности в стране. Важная роль государства в финансировании инфраструктуры также обоснована высоким уровнем риска, прежде всего для частных инвесторов, что в современных условиях делает роль государства еще более значимой.

Ключевые слова: инфраструктура, государственная поддержка, инфраструктурные инвестиции

GOVERNMENT INVESTMENTS IN INFRASTRUCTURE IN THE USA AND CANADA

Urumov T.R., Rakov I.D.

Financial Research Institute, Moscow, e-mail: turumov@nifi.ru, rakov@nifi.ru

The article focuses on the main forms of government investments in infrastructure projects in the USA and Canada. In the article, the government is considered to be the main investor in infrastructure and the importance of government support for the development of public infrastructure is revealed. Special attention is paid to particularities of infrastructure financing in the USA and Canada. The article also reveals serious role of infrastructure for development of national economy. Public support of infrastructure development is also important due to high level of risk for private investors And finally, the conclusion about the determining role of government participation in infrastructure development nowadays is made.

Keywords: infrastructure, government support, infrastructure investments

Инвестиции в экономическую и социальную инфраструктуру являются одним из основных элементов развития экономики и благосостояния общества. Под инфраструктурой в данном случае подразумеваются дороги и другие транспортные объекты, производство электроэнергии и другие коммунальные услуги, различные коммуникационные системы. В условиях глобальной финансово-экономической нестабильности проблема развития инфраструктуры становится все более острой для государства [1]. Ведь инфраструктура характеризуется особенной ролью в экономике страны, поскольку представляет собой «канал», по которому притекающие в инфраструктуру инвестиции воздействуют на экономическую активность как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Государство играет важную роль в развитии инфраструктуры, и его роль сложно переоценить. Правительства многих стран активно инвестируют в инфраструктуру, причем зачастую доля государственных инвестиций либо превышает долю частных, либо государство в этих странах является единственным инвестором. Частные игроки, как правило, недостаточно мотивированы в финансировании инфраструктуры в связи с высокими рисками и долгосрочностью большинства инфраструктурных проектов, что значительно осложняет процесс определения рентабельности. Государство вынуждено стимулировать частный сектор осуществлять инвестиции в инфраструктуру, и одним из способов такого стимулирования является механизм государственно-частного партнерства (ГЧП). Этот механизм заслуживает особого внимания, поскольку он позволяет привлекать опыт, технологии и финансовые ресурсы предпринимательского сектора в отрасли и сферы деятельности, находящиеся в зоне ответственности государства [2]. При этом происходит оптимальное разделение рисков и ответственности между сторонами, что повышает вероятность успешной реализации инфраструктурного проекта. Однако роль государства все равно является определяющей, поскольку зачастую именно оно является основным инвестором и стимулирует частный сектор инвестировать в инфраструктуру. В этой связи представляется интересным для рассмотрения опыт таких стран, как США и Канада. Эти

страны обладают интересным опытом в сфере государственного финансирования инфраструктурных проектов и исторически развитую систему финансовой поддержки этих проектов.

США

Для привлечения частных инвестиций власти США наиболее активно используют механизм ГЧП. В 2014–2016 гг. многие штаты стали использовать те или иные формы ГЧП. Это способствовало росту числа проектов ГЧП в разных секторах. В результате через некоторое время в США наблюдался диверсифицированный пул проектов, более гибкие платежные механизмы и активное государственное участие в этих проектах. Однако несмотря на то, что ряд инфраструктурных проектов финансируется посредством использования механизма ГЧП, доля инвестиций с использованием этого механизма по сравнению с общим объемом инфраструктурных инвестиций невелика. Например, за период 2007–2013 гг. 22,7 млрд долларов государственных и частных средств было инвестировано в транспортные проекты ГЧП. Эта сумма составляет лишь 2% от общего объема капитальных инвестиций в строительство шоссе по стране за этот период [1].

Стоит отметить, что в соглашениях о ГЧП в сфере транспортной инфраструктуры активно используются облигации. В частности, речь идет об освобожденных от налогообложения облигациях частного сектора (private activity bonds, PABs). В 2014 году в рамках ГЧП было выпущено таких облигаций на сумму 3 млрд долларов. В некоторых случаях инструмент PABs использовался совместно с инструментом TIFIA.

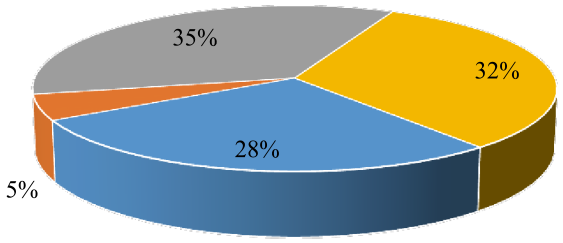
Осуществляемые различными штатами схемы финансирования инфраструктурных проектов отличаются от схем финансирования по другим проектам. Например, они часто используют заемное финансирование, а также собирают платежи за услуги (плата за проезд) и вкладывают собранные средства в развитие инфраструктуры. В дополнение федеральное правительство предоставляет гранты на строительство дорог, дорожных развязок и других видов инфраструктуры.

Существует ряд причин, по которым региональные и местные власти предпочитают финансировать инфраструктуру за счет заемных средств вместо того, чтобы использовать доходы от ежегодных налоговых поступлений и другие доходы. Заемное финансирование позволяет сделать инфраструктурные проекты более доступными для региональных властей, уменьшая давление на бюджет штата. На рисунке представлены средние значения по источникам финансирования инфраструктурных проектов на региональном уровне.

В среднем штаты финансируют до 32% своих капитальных расходов за счет выпуска облигаций. На доходы от налоговых поступлений, положительного бюджетного сальдо и другие региональные доходы приходится 35%. Собственные средства, которыми располагают региональные власти, в среднем составляют лишь 5%. Средства, полученные в виде грантов из федерального центра, составляют 28%. Однако некоторые штаты выпускают облигации в небольшом объеме или совсем их не выпускают. Согласно исследованию Национальной ассоциации специалистов по бюджету штатов (National Association of State Budget Officers, NASBO), 22 штата формально и неформально осуществляют финансирование инфраструктурных проектов по принципу предоплаты [3]. Это значит, что для финансирования капитальных проектов они используют исключительно средства, полученные от налоговых поступлений, платежей за пользование услугами, федеральных грантов или других источников.

Финансирование инфраструктурных проектов распределено между разными уровнями государственного управления с соответствующим участием федерального, региональных и местных органов власти в зависимости от инфраструктурного сектора.

Строительство шоссе финансируется за счет средств федерального правительства преимущественно через гранты. Программа федеральной поддержки строительства автомагистралей (The Federal-Aid Highway Program, FAHP) финансирует до 80% расходов по инфраструктурным проектам, реализуемым как между штатами, так и в пределах одного штата. Оставшиеся 20% финансируются правительством штата. На финансирование проектов, имеющих отношение к водной инфраструктуре, федеральным правительством предоставляются низкопроцентные ссуды. В качестве примера можно привести Программу финансирования водной инфраструктуры (Fund the Water Infrastructure Finance and Innovation Act program, WIFIA), разработанную агентством по охране окружающей среды. Программа разработана, чтобы направить частные инвестиции в крупные инфраструктурные проекты по питьевой воде и очистке сточных вод. Займы, предоставляемые в рамках WIFIA, могут быть направлены на покрытие до 49% стоимости проекта [4].



- Средства, полученные вследствие федерального финансирования
- Собственные средства штата
- Доходы от налоговых поступлений, положительного бюджетного сальдо и другие региональные доходы
- Средства от выпуска облигаций

Источники финансирования инфраструктурных проектов на уровне штата (среднее значение). Источник: National Association of State Budget Officers State Expenditure Survey, 2016

Региональные и местные власти в США исторически использовали муниципальные облигации в качестве источника финансирования инфраструктуры. С момента введения первого федерального налога на прибыль в 1913 году процентная прибыль по муниципальным облигациям не облагалась этим налогом. Этот освобожденный от налогообложения долговой инструмент совместно со средствами, получаемыми в виде государственных грантов, способствует более активному инвестированию в инфраструктурные проекты.

На муниципальном рынке региональные и местные правительства для финансирования инфраструктурных проектов используют поступления от правительственных налогов и сборов. Муниципальные предприятия, которые предоставляют платные услуги за пользование системой водоснабжения и канализацией, и аэропорты могут использовать доходы, получаемые от предоставления услуг, для финансирования новых инфраструктурных проектов. Несмотря на то, что рынок муниципальных облигаций довольно значимый, многие традиционные крупные американские инвесторы, такие как пенсионные фонды, страховые компании, институциональные денежные управляющие, не участвуют на этом рынке.

Одной из основных форм муниципальных облигаций являются освобожденные от налогообложения облигации частного сектора (private activity bonds, PABs). Облигации выпускаются региональными и местными правительствами с участием частного сектора и не подлежат налогообложению. Эти облигации являются неотъемлемой частью многих соглашений о ГЧП. За период 2008–2013 гг. в среднем доля PABs составила в среднем 17% от общей стоимости проекта в рамках ГЧП. Для того чтобы облигация была освобождена от налогообложения, более 95% от дохода по облигации должно быть направлено на конкретные цели, например на инвестиции в развитие транспортной инфраструктуры. Очевидно, что в ближайшее время государство будет оставаться одним из основных источников ее финансирования.

Канада

В Канаде финансирование инфраструктуры является важным элементом экономической политики государства. Правительство Канады признает неотъемлемую связь между инфраструктурными инвестициями и сильной экономикой. Основным фактором повышения экономического роста в Канаде являются инфраструктурные инвестиции. В течение следующего десятилетия федеральное правительство планирует удвоить государственные инвестиции до 187 млн долларов США (7,5% от ВВП) [5].

К одному из самых ранних инструментов государственной поддержки в Канаде можно отнести модель государственно-частного партнерства (P3s), которая впервые для инфраструктурного проекта была осуществлена в 1997 году (Confederation Bridge) [6]. В рамках модели P3s инфраструктура остается в собственности государства, а частный сектор берет на себя риски по разработке, строительству, финансированию, управлению и обслуживанию. Федеральная поддержка P3s осуществляет-

ся в рамках различных инфраструктурных программ, например, через Строительный фонд Канады (Building Canada Fund) [7].

Стоит отдельно выделить PPP Canada Inc., созданную в 2008 году в форме crown corporation (федеральная государственная корпорация с независимым советом директоров, отчитывается перед парламентом страны [6]) для оказания поддержки инновационным государственным инфраструктурным проектам в рамках модели ГЧП [8]. Корпорация PPP Canada финансируется правительством и управляет Фондом Канады P3 (The P3 Canada Fund) в размере 1,2 млрд долларов США [9]. На сегодняшний день инвестиции корпорации составили более 1,3 млрд долларов США в 25 крупных и сложных инфраструктурных проектов, где общие капитальные затраты составили более 6,6 млрд долларов США [10].

В 2002 году было создано ведущее министерство «Инфраструктура Канады» для решения проблем в области инфраструктуры. Оно достигает поставленные перед ним задачи посредством выполнения следующих функций [11]:

- инвестирования в провинциальные, территориальные и муниципальные активы;
- участия в основных соглашениях с провинциями, территориями, муниципалитетами и частным сектором;
- разработки и реализации разумной политики.

В 2005 году в Канаде был создан Федеральный фонд нефтегазового налога (The Federal Gas Tax Fund, GTF), который обеспечивает постоянное финансирование для поддержки муниципальной инфраструктуры. Средства из фонда два раза в год направляются в территории и провинции, которые передают их в муниципалитеты. Ежегодно GTF представляет более 2 млрд долларов и поддерживает примерно 2500 проектов в Канаде [12]. Источником финансирования фонда являются ассигнования из федерального бюджета [13].

В 2014 был принят план по инвестициям Правительства Канады в инфраструктуру, который называется «2014 New Building Canada Plan». В рамках плана был создан фонд (New Building Canada Fund) в размере 14 млрд долларов США для поддержки проектов национального, регионального и местного значения. Фонд включает в себя два основных элемента [14]:

- National Infrastructure Component (NIC) выделяет ассигнования на проекты, имеющие национальное значение (4 млрд долларов США);
- Provincial-Territorial Infrastructure Component (PTIC) осуществляет поддержку проектов национального, регионального и местного значения, которые содействуют экономическому росту, благоприятной экологической обстановке и усилению общин (10 млрд долларов США).

Одной из самых последних федеральных инициатив, принятых в Канаде, является План Канады по инвестиционной деятельности (Investing in Canada plan), начальный этап которого был объявлен в бюджете 2016 года. Он включал предоставление финансирования на реконструкцию, ремонт и модернизацию уже существующей инфраструктуры.

Следующий этап Плана описывается в бюджете 2017, который должен обеспечить инфраструктурные инвестиций на сумму 180 млрд долларов США в течение 12 лет. Одним из ключевых элементов Плана является финансирование инфраструктурных проектов на сумму 33 млрд долларов США в рамках двусторонних соглашений между федеральным правительством и правительством каждой провинции, территории. Финансирование будет осуществляться провинциями и территориями и включать «зеленые» проекты [15].

Кроме этого, в рамках Плана Канады по инвестиционной деятельности существует ряд других инициатив [16]:

1. Фонд смягчения последствий стихийных бедствий и адаптации (Disaster Mitigation and Adaptation Fund) (2 млрд долларов США) – это программа для поддержки инвестиций, которая смягчает нынешние и будущие климатические риски, путем строительства и укрепления построенной и естественной инфраструктуры.

2. Канадский инфраструктурный банк (Canada Infrastructure Bank) – это новый инструмент для финансирования инфраструктуры в Канаде, который ориентирован на привлечение частных и институциональных инвесторов в проекты с государственным участием или проекты, значимые для государства. Планируется инвестировать через Банк 35 млрд долларов, полученных от федерального правительства, из которых 15 млрд долларов получены в рамках инфраструктурного плана «Инвестиции в Канаде». Запуск банка, который будет учрежден в форме crown corporation [17], планируется в конце 2017 года. Он будет обладать широким спектром финансовых инструментов, включая предоставление займов, выдачу гарантий и инвестирование в акционерный капитал [18].

3. Smart Cities Challenge (300 млн долларов США на 2017 год) – инструмент по финансовой и не денежной поддержке городов и местных сообществ для преобразования в «умный город» (smart cities) [19].

Таким образом, опыт рассмотренных стран наглядно демонстрирует роль государства в сфере финансирования инфраструктуры. Государственные инвестиции как в Канаде, так и в США являются основной движущей силой для развития инфраструктуры. Однако в каждой из рассматриваемых стран имеют место свои страновые особенности. В частности, в Канаде основным инструментом поддержки инфраструктурных проектов выступает ГЧП. При этом федеральное правительство формирует политику по поддержке инфраструктуры и является главным участником в ее финансировании, который доводит средства до провинций и территорий, а потом до муниципалитетов. В США инструмент ГЧП также распространен, однако характерной особенностью использования этого инструмента являются облигации со льготными условиями налогообложения.

В условиях рыночной экономики государственная поддержка инфраструктуры становится особенно актуальной, поскольку частный сектор не заинтересован и не в силах без государственной поддержки инвестировать в развитие инфраструктуры ввиду долгосрочности инфраструктурных проектов. В перспективе государство продолжит быть основным источником финансирования инфраструктуры во многих странах, как развитых, так и развивающихся, поскольку только оно в полной мере способно удовлетворить общественный спрос на пользование объектами инфраструктуры.

Список литературы

1. Голышев Г.А. Развитие инфраструктуры с использованием концессионных и долгосрочных инвестиционных контрактов / Г.А. Голышев // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. – 2014. – № 1. – С. 101–110.

2. Литвяков С.С. Развитие инструментов финансирования проектов ГЧП в сфере транспортной инфраструктуры в России / С.С. Литвяков // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. – 2013. – № 4. – С. 101–108.

3. Statement to the House, Committee on Transportation and Infrastructure [электронный ресурс] // Overview of Public and Private Partnerships in Highway and Transit Project, Panel: [сайт] 2014. – URL: https://transportation.house.gov/calendar/eventsingle.aspx?EventID=370773 (дата обращения: 16.11.2017).

4. Capital Budgeting in the States [электронный ресурс] / National Association of State Budget Officers, 2014. URL: https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/NASBO/9d2d2db1-c943-4f1b-b750-0fca152d64c2/UploadedImages/Reports/Capital%20Budgeting%20in%20the%20States.pdf (дата обращения: 16.11.2017).

5. Unlocking Canada's Future Growth Through Infrastructure [Электронный ресурс] / Ishi K. [et al.] // IMF. Дата обновления: 13.07.2017. – URL: https://www.imf.org/en/News/Articles/2017/07/12/NA071317Unlocking-Canadas-Future-Growth-Through-Infrastructure (дата обращения: 16.11.2017).

6. PPP Canada's role in building infrastructure [Электронный ресурс] // Centre for Public Impact: сайт. Дата обновления: 06.04.2016. – URL: http://www.centreforpublicimpact.org:8081/case-study/ppp-canada/ (дата обращения: 16.11.2017).

7. Infrastructure Spotlight: Improving Canada's Infrastructure through Public-Private Partnerships [Электронный ресурс] // Infrastructure Canada: сайт. 2012. – URL: http://www.infrastructure.gc.ca/alt-format/pdf/P3_eng.pdf (дата обращения: 16.11.2017).

8. About Us [Электронный ресурс] // PPP Canada: сайт. – URL: http://www.p3canada.ca/en/about-us/ (дата обращения: 16.10.2017).

9. 2013 Spring Report of the Auditor General of Canada. Chapter 10—Advance Funding—P3 Canada Fund [Электронный ресурс] // The Office of the Auditor General of Canada: сайт. URL: http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/English/parl_oag_201304_10_e_38195.html (дата обращения: 16.11.2017).

10. The P3 Canada Fund [Электронный ресурс] // PPP Canada: сайт. – URL: http://www.p3canada.ca/en/p3-canada-fund/the-p3-canada-fund/ (дата обращения: 16.11.2017).

11. Info Source [Электронный ресурс] // Infrastructure Canada: сайт. Дата обновления: 30.10.2014. URL: http://www.infrastructure.gc.ca/infosource/infosource2014-eng.html (дата обращения: 16.11.2017).

12. The Federal Gas Tax Fund [Электронный ресурс] // Infrastructure Canada: сайт. Дата обновления: 20.07.2017. URL: http://www.infrastructure.gc.ca/plan/gtf-fte-eng.html (дата обращения: 16.11.2017).

13. The Gas Tax Fund: Chronology, Funding and Agreements (In Brief) / Dupuis J. Ottawa: Library of Parliament, 2016. No. 2016-99-E. – URL: https://lop.parl.ca/Content/LOP/ResearchPublications/2016-99-e.pdf.

14. The 2014 New Building Canada Fund: Focusing on economic growth, job creation and productivity [Электронный ресурс] // Infrastructure Canada: сайт. Дата обновления: 17.05.2016. URL: http://www.infrastructure.gc.ca/plan/nbcf-nfcc-eng.html (дата обращения: 16.11.2017).

15. Investing in Canada Plan [Электронный ресурс] // Infrastructure Canada: сайт. Дата обновления: 18.08.2017. URL: http://www.infrastructure.gc.ca/plan/about-invest-apropos-eng.html (дата обращения: 16.11.2017).

16. Investing in Canada Plan: Integrated Bilateral Agreement Letters – Ontario. Infrastructure Canada. Дата обновления: 06.07.2017. URL: http://www.infrastructure.gc.ca/alt-format/pdf/plan/letters-lettres/pt-on-eng.pdf (дата обращения: 16.11.2017).

17. Canada Infrastructure Bank [Электронный ресурс] // Infrastructure Canada: сайт. Дата обновления: 01.08.2017. URL: http://www.infrastructure.gc.ca/CIB-BIC/index-eng.html (дата обращения: 16.11.2017).

18. BILL C-44. An Act to implement certain provisions of the budget tabled in Parliament on March 22, 2017 and other measures [Электронный ресурс] // Parliament of Canada: сайт. URL: http://www.parl.ca/DocumentViewer/en/42-1/bill/C-44/first-reading#enH12005 (дата обращения: 16.11.2017).

19. Welcome to Canada's Smart Cities Challenge [Электронный ресурс] // Infrastructure Canada: сайт. Дата обновления: 02.06.2017. URL: http://www.infrastructure.gc.ca/plan/cities-villes-eng.html (дата обращения: 16.11.2017).

УДК 378:316.4

ФОРМИРОВАНИЕ ОПЫТА СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА В ВУЗЕ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Коваленко Е.В.

ФГКОУ ВО «Белгородский юридический институт МВД России имени И.Д. Путилина», Белгород, e-mail: kovalprom@list.ru

Проведен анализ теоретических представлений о феноменологии и генезисе понятия опыта социального взаимодействия будущего специалиста, сущности, содержании, структуре, функциях, механизмах становления, особенностях и векторах формирования в культурно-образовательной среде, имеющихся в философии, социологии, психологии и педагогике. В философии и социологии развитие научного знания о социальном взаимодействии происходило от не очень признанного и неизученного процесса и явления в системе общества до его определяющей роли, на основе которой происходит формирование новой социальной реальности. Исследование современного социума на исторически новом этапе социальной эволюции, открытой самоорганизующейся системы актуализирует проблему роли и смысла субъектной составляющей организации социального движения и субъекта как особой, активно-действенной, конструктивно-преобразовательной силы. От субъектного деятельного потенциала человека зависит будущее социума и самого человека. В изменяющейся культурно-образовательной среде формируется человек – носитель ценностей и культурных смыслов. Результаты анализа позволили принять в качестве методологического основания исследования проблемы формирования опыта социального взаимодействия будущего специалиста в вузе, идеи системного, деятельностного, субъектного, средового и антропологического методологических подходов и определить сущность, структуру, векторы изучения и формирования этого вида индивидуального опыта, выстроить его многомерную модель.

Ключевые слова: социальное взаимодействие, опыт, формирование, культурно-образовательная среда

FORMATION OF SOCIAL COUNTERACTION EXPERIENCE IN A FUTURE SPECIALIST AT A HEI: METHODILOGICAL PREREQUISITES OF RESEARCH

Kovalenko E.V.

Putilin Belgorod Law Institute of Ministry of the Interior of Russia, Belgorod, e-mail: kovalprom@list.ru

The article deals with the analysis of theoretical foundations on phenomenology and genesis of the notion of social counteraction experience of a future specialist as well as its essence, content, structure, functions, mechanisms of forming, features and vectors of formation in cultural and educational environment existing from philosophic, sociological, psychological and pedagogical points of view. In philosophy and sociology the development of knowledge concerning social counteraction ranged from insufficiently and understudied process and phenomenon in social life to the crucial role as the basis for formation of a new social reality. An investigation of a contemporary society on a new historic period of social evolution, an open self-organized system actualize the problem of role and meaning of subjective aspect of social movement organization and a subject as a specific, active, operational, efficient and creative force. The future of community and a human being itself depends on the subjective, operational potential of a person. The person as a holder of values and cultural meanings is formed in conditions of changing cultural and educational environment. The analysis results gave an opportunity to take ideas of systematic, operational, environmental and anthropological approaches as the ground for methodological research of the problem of social counteraction experience formation in a future specialist at a HEI; to establish the essence, structure, vectors of research and formation of this kind of individual practices; to build up its multi-dimensional model.

Keywords: social counteraction, experience, formation, cultural and educational environment

Становление человека постиндустриальной эпохи основным ресурсом развития цивилизации закономерно влечет за собой возрастание значимости проблемы взаимодействия людей в социальном мире. От выбора тех или иных способов взаимодействия социальных субъектов зависит как общая конфигурация этого мира, так и функционирование и развитие его отдельных социальных систем. В современной ситуации разрастания мировых процессов глобализации особую опасность для человечества представляет политика исключительности и доминирования одного субъекта над другими, нацеленная на выстраивание однополярного мира. Альтернативой этому монологическому способу взаимодействия является диалог, выстраивание равноправных отношений на основе уважения позиций и интересов его участников. Для современного российского общества, характерной чертой которого, к сожалению, по-прежнему остается его разделенность (социально-экономическая, статусно-ролевая, межпоколенная и др.), проблема социальной интеграции является одной из ключевых. Интеграция общества и его социальных институтов осуществляется людьми, гражданами, носителями определенного социального опыта, опыта

взаимодействия, становление и развитие которого чаще всего происходит стихийно, неосознанно, нецеленаправленно, на поведенческом уровне. Несмотря на то, что в философии, социологии, психологии и педагогике накоплен огромный эмпирический и научный материал по различным аспектам социального взаимодействия, проблема целенаправленного формирования опыта социального взаимодействия у обучающихся в вузе – будущих специалистов мало изучена и открыта для исследования. В настоящей статье делается попытка выделения межотраслевых научных предпосылок такого исследования.

Определение исходных теоретических позиций исследования осуществлялось на основе анализа системного знания, накопленного в философии, социологии, психологии и педагогике о: феноменологии и генезисе понятия опыта социального взаимодействия, его содержании, структуре, функциях, механизмах становления, особенностях и векторах его формировании в культурно-образовательной среде. Первоначально сущность социального взаимодействия определялась его *функцией* в объективном социуме: базовый элемент общественной структуры (О. Конт); связи, которые притягивают людей друг к другу (Э. Дюркгейм)*;* естественная основа человеческой трудовой деятельности (К. Маркс); взаимные воздействия друг на друга (Г. Зиммель). П.А. Сорокин добавляет в качестве сущностной особенности социального взаимодействия его общемировой процессный характер.

Во второй половине XX века в трудах ученых понимание социального взаимодействия существенно изменилось, расширилось и дополнилось. Их внимание привлекли важнейшие социальные изменения, ставшие определяющими в понимании социального взаимодействия: объективная социальная реальность и субъективность каждого индивида с учетом его мотиваций и потребностей в анализе социального взаимодействия стали дополнять друг друга.

Социальная реальность стала рассматриваться значительно более зависимой от человека и его взаимодействий. Дж.Г. Мид (основоположник школы *символического интеракционализма)* определяет социальное взаимодействие как коммуникацию с адекватной системой символизации, подчеркивая, что этот процесс возможен лишь потому, что символу люди придают одинаковое значение. Т. Парсон (школа структурного функционализма), соотнося взаимодействие и социальную систему, пришел к выводу, что социальная система является результатом длительного взаимодействия. Этот вывод нашел подтверждение и развитие в трудах конформистов Р. Даренцфора и Л. Козера, определяющих социальное взаимодействие через конфликты, обусловливающие обновление всей социальной системы.

Дальнейшим вкладом в теорию социального взаимодействия стала концепция Д. Хоманса (школа теории обмена), основанная на идее того, что социальное поведение человека зиждется на рациональном начале, на побуждении к расчетливости и непрерывному стремлению к выгоде, обретению материальных и финансовых ценностей, к дружбе, любви, удаче.

Значительный вклад в развитие теории социального взаимодействия внес Э. Гофман. Он, изучая социальное взаимодействие в скоротечных встречах повседневности, показал, что взаимодействие людей представляет собой некое представление, сродни театральному, в котором его участники стремятся вызвать у других нужное впечатление, создавая, часто, для этого искусственные, режиссированные ситуации... Суть понимания социального взаимодействия Э. Гофмана заключается в том, что *оно происходит через театральные представления, совершаемые человеком в своей повседневной жизни*.

Феноменологическая модель социального взаимодействия выражается в том, что особенности взаимодействия формируются под влиянием сложившихся ранее стереотипов поведения, являющихся, в свою очередь, продуктом прошлого опыта его участников. Феномен социального взаимодействия обусловливается типизацией предшествующего опыта взаимодействия и рассматривается через устойчивость и общность тех смыслов, которые придаются ситуациям взаимодействия (А. Щюц). Последователи А. Щюца П. Бергер и Т. Лукман развили дальше его теорию, утверждая и доказывая, что взаимодействие и общение являются жизненно необходимыми потребностями человека, без удовлетворения которых исчезает его социальная сущность. Социальное взаимодействие обеспечивает само существование интерсубъектного мира и возможность разделять его с другими людьми.

Ю. Хабермас анализирует и синтезирует идеи ученых и их взгляды на социальное взаимодействие. Результативное социальное взаимодействие, по его мнению, возможно лишь при наличии системы правильных культурных передач в обществе. При этом он подчеркивает рациональность как особую форму взаимодействия и средство, обусловливающее действие, а общество им

рассматривается как продукт взаимодействия, структурируемый нормами и ценностями. Цель эволюционного хода развития человеческого общества Ю. Хабермас связывает с достижением универсальной рациональности, ситуации, в которой взаимодействие индивидов ничем не искажается. Социальное взаимодействие трактуется им как *стремление к эволюции через* рациональность, которая достигается посредством правильного языкового понимания партнера, а структурируется нормами, ценностями, культурой, принятыми обществом и распространенными в нем.

Таким образом, генезис понятия «социальное взаимодействие» характеризуется движением от не очень признанного и неизученного процесса и явления в системе общества до его определяющей роли, на основе которой происходит формирование новой социальной реальности.

Современный социум, как открытая самоорганизующаяся система вступает в исторически новый этап социальной эволюции, когда с особой остротой встает проблема сознательного выбора путей дальнейшего его развития. Это, по мнению Э.В. Сайко, предполагает «в качестве главной задачи выявление и объяснение роли и смысла субъектной составляющей организации социального движения и субъекта как особой, активно-действенной, конструктивно-преобразовательной силы, воспроизводящей заложенное в основание этого движения, в его субстанциональную сущность, «сознательное содержание» бытия, реализующееся в Универсуме Культуры» [1, с. 9]. В этом социальном движении человек представляет собой новый исторический уровень носителя энергии движения. От субъектного деятельного потенциала человека зависит будущее социума и будущее самого человека. Это важное методологическое положение об изменяющейся роли человека в развитии социума находит реальное подтверждение в социальной практике. Термин «субъект» прочно вошел в политический, научный, государственный лексикон, его все чаще употребляют в разных контекстах и смыслах: субъект деятельности, субъект жизнедеятельности, субъект социального действия, субъект социального взаимодействия. «Социальные взаимодействия являются основой, сущностью социальной реальности, по отношению к которой другие социальные структуры, институты рассматриваются как вторичные» [2, с. 36].

На основе философского уровня анализа феномена социального взаимодействия в качестве первой методологической предпосылки исследования проблемы формирования опыта социального взаимодействия будущего специалиста может служить предположение о том, что преобразование опыта социального взаимодействия личности должно осуществляться по линии развития субъектности и обретения обучающимся опыта субъектной организации собственной жизни, деятельности и социальных взаимодействий. Философский подход к обоснованию специфики социального взаимодействия позволяет в исследовании проблемы выстроить отвечающую времени методологию понимания опыта социального взаимодействия, раскрыть его сущность, содержание, структуру, закономерности формирования, дать характеристику всех разновидностей взаимодействий людей в социуме, и на этой основе обогатить, расширить и углубить опыт каждого субъекта.

Социологическая часть общей концепции социального взаимодействия обусловливает его как способ осуществления процесса функционирования общества на основе диалектического взаимодействия личностей в социуме. Сам же социум чаще понимается как среда, оказывающая формирующее воздействие на личность в процессе социализации индивида. Средовой подход рассматривает социальную среду в качестве одностороннего доминирующего фактора развития личности. Профессор Е.П. Белозерцев, возражая против такого упрощенно-примитивного толкования взаимоотношений человека и среды, предлагает и развивает идею культурно-образовательной среды, в которой формируется человек определенного социального типа – носитель ценностей и культурных смыслов [3, с. 42]. С позиций теории культурно-образовательной среды определяется методология познания функций социальных институтов общества в организации социального взаимодействия субъектов в изменяющейся социокультурной среде, частью которой является культурно-образовательная среда вуза. Е.П. Белозерцев рассматривает культурно-образовательную среду в качестве носителя богатой и противоречивой информации, которая воздействует на разум, чувства, эмоции, веру человека и формирует его духовный, социальный и профессиональный опыт. Идея формирования опыта социального взаимодействия будущего специалиста в изменяющейся культурно-образовательной среде явилась ведущей методологической идеей нашего исследования. Именно в противоречивой, динамичной и усложняющейся культурно-образовательной среде, выходящей далеко за рамки образовательной среды вуза, происходит ценностно-смысловое самоопределение будущего спе-

циалиста, повышающее либо снижающее его мотивацию к социальной активности и социальному взаимодействию. «В трактовке школы А.В. Мудрика в русле субъект-субъектного подхода социализация – это развитие и самоизменение человека в процессе усвоения культуры, что происходит во взаимодействии человека со стихийными, относительно направляемыми и целенаправленно создаваемыми условиями жизни на всех возрастных этапах» [4, с. 482].

Методология психологического подхода к формированию опыта социального взаимодействия субъектов в изменяющейся культурно-образовательной среде основана на том, что взаимодействие рассматривается в качестве одной из форм самостоятельной надпредметной деятельности, необходимой для накопления, расширения и углубления опыта индивида в реализации всех видов деятельности. В отечественной психологии исследование категории социального взаимодействия тесно связно с попытками определить его сущность через понятие «общение». В исследованиях А.А. Бодалева, Н.С. Дежникова и др. эти понятия рассматриваются как адекватные. Категорию социального взаимодействия А.А. Бодалев рассматривает как характеристику общения. С.В. Кудрявцева, Б.Ф. Ломов, Н.Н. Обозов и др. считают, что общение обеспечивает взаимодействие. Многие психологи относят потребность в общении к числу важнейших факторов, определяющих личностный смысл самоформирования, и в связи с этим, как следствие взаимодействия личности и социокультурной среды, последнее служит одновременно и источником формирования этой потребности. В процессе социального взаимодействия согласовываются целевые установки совместной активности его участников, личностные и социальные позиции в ситуациях взаимодействия, гармонизируются отношения, мобилизуются личностные потенциалы в достижении стратегических и тактических целей, координируются и согласуются принимаемые решения и действия, оказывается помощь и содействие в достижении взаимоприемлемого результата, осуществляется информационный, энергетический, ресурсный и деятельный обмен.

Категория «опыт» из разряда предельных категорий: «личность», «сознание», «деятельность», занимающая между ними место связующего звена. Определяя структурные компоненты опыта социального взаимодействия будущего специалиста, мы ориентируемся на структуру деятельности, включающую цель как системообразующий элемент и возникающую, по мнению А.Н. Леонтьева, во встрече потребности человека с возможностью её удовлетворения в определенной ситуации. Опыт целеполагания, с его глубинным процессом ценностно-смыслового самоопределения в социальной ситуации, вероятно, является ядром опыта социального взаимодействия, обеспечивающим направленность этого процесса. Деятельностный подход к исследованию проблемы формирования опыта социального взаимодействия будущего специалиста в вузе позволяет не только определить его структуру, изоморфную структуре деятельности, включающей целеполагание, проектирование и исполнение, но и прогнозировать дополнительные векторы его развития. Опираясь на доминирующую функцию деятельности в развитии сознания и личности (А.Н. Леонтьев), мы полагаем, что опыт социального взаимодействия личности развивается в векторе сознания от неосознаваемых поведенческих стереотипов к осознанному опыту взаимодействия и далее – к осмысленному опыту. В векторе же деятельности опыт развивается от аморфной целостности поведенческих стереотипов к дифференцированной совокупности и далее – к интегрированной системной целостности.

Проблема целостности в педагогической науке является одной из ключевых. Целостность педагогического процесса проявляется, «согласно теории В.С. Ильина, в способности этого процесса обеспечивать целостность образовательного продукта – личности как носителя целостных, интегративных свойств, не сводящихся к её функциональным проявлениям; наличии у процесса целостной динамической структуры – последовательности фаз (этапов и стадий процесса, обеспечивающих соответственно количественные и качественные изменения в формируемом у воспитуемых социокультурном опыте. Концепция В.С. Ильина послужила методологической установкой для проектирования» [5, с. 198] педагогической системы формирования опыта социального взаимодействия будущего специалиста в изменяющейся культурно-образовательной среде. Идея целостности этой системы заключается в том, что формирование отдельных единиц опыта социального взаимодействия обучающегося и реализация отдельных направлений педагогической деятельности должны осуществляться с ориентацией на личность не как на сумму свойств и компонентов, а как на целостность с присущими ей целостными свойствами. Суть целостности проектируемой педагогической системы заключается в ответе на вопрос: «При каких условиях

процесс усвоения опыта социального взаимодействия студентом обогащает фундаментальные свойства личности?»

В процессе поиска сущностных свойств опыта социального взаимодействия личности в педагогическом процессе мы обратились к идеям психолого-педагогической антропологии В.И. Слободчикова, как к комплексному знанию о закономерностях становления собственно человеческого в человеке [6]. Идея выделения совместности (общения и взаимодействия с другими), деятельности и сознания в качестве онтологического основания человеческого способа жизни позволила нам определить сущностные контуры определения опыта социального взаимодействия: опыт социального взаимодействия есть совокупность форм и способов бытия, деятельности и общности, аккумулированных в сознании субъекта как результат его практикования в социуме.

В качестве заключения следует отметить, что аспектный анализ научных представлений о социальном взаимодействии на философском, социологическом и психолого-педагогическом уровнях позволил принять в качестве методологического основания исследования проблемы формирования опыта социального взаимодействия будущего специалиста в вузе идеи системного, деятельностного, субъектного, средового и антропологического методологических подходов и определить сущность, структуру, векторы изучения и формирования этого вида индивидуального опыта, выстроить его многомерную модель.

Список литературы

1. Сайко Э.В. Субъект: созидатель и носитель социального / Э.В. Сайко. – М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2006. – 424 с.

2. Сергеева Э.А. Социальное взаимодействие как основа построения социальной реальности: социально-философский анализ // Теория и практика общественного развития. – 2011. – № 5. – С. 36–41.

3. Белозерцев Е.П., Павленко А.И. Феноменология культурно-образовательной среды: человек как средство и средоточие // Психолого-педагогический поиск. – 2011. – № 18. – С. 42–47.

4. Научно-педагогические школы России в контексте Русского мира и образования: коллективная монография / Под ред. Е.П. Белозерцева. – М.: АИРО-XXI, 2016. – 592 с.

5. Сериков В.В. Субъективные основания целостности педагогического процесса // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2012. – № 4 (68). – С. 12–18.

6. Слободчиков В.И. Психология человека: Введение в психологию субъективности / В.И. Слободчиков, Е.И. Исаев. – М.: Изд-во ПСТГУ, 2013. – 360 с.

УДК 378.048.2:793

МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «БАЛЕТ И СИНТЕЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ ИСКУССТВ» В УСЛОВИЯХ МИРОВЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

Портнова Т.В.

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина», Москва, e-mail: tatianaportnova@bk.ru

В статье рассматривается структура авторской программы и основные направления ее освоения в системе взаимодействия культуры и образования в условиях мировых интеграционных взаимодействий. Ее концептуальная идея и содержание ориентированы на реальное научно-методическое сотрудничество смежных сфер познания, которое должно привести к качественному улучшению образовательно-воспитательного процесса на основе программ интегративного характера. Проанализирована роль креативности в профессиональной деятельности магистранта. Выделены цели и задачи, целевая аудитория, научное поле и векторы изучения, методология освоения и практическая значимость программы. Избранное за основу искусство балетного театра с выходом на авансцену пластических искусств открывает широкие возможности для разработок академических исследований на общем фоне художественной культуры мира.

Ключевые слова: магистерская программа, балет, синтез пластических искусств, сфера и методология исследований, практическая значимость

MASTER PROGRAM «BALLET AND SYNTHESIS OF PLASTIC ARTS» IN CONDITIONS OF WORLD INTEGRATION INTERACTIONS AND MAIN ASPECTS OF ITS STUDY

Portnova T.V.

Russian State University named after A.N. Kosygin, Moscow, e-mail: tatianaportnova@bk.ru

The article describes the structure of the author's program and the main directions of its development in the system of interaction between culture and education in the context of world integration interactions. Its conceptual idea and content are focused on real scientific and methodological cooperation of related spheres of knowledge, which should lead to a qualitative improvement of the educational process based on programs of an integrative nature. The role of creativity in the professional activity of a master student is analyzed. The goals and objectives, the target audience, the scientific field and study vectors, the methodology of development and the practical importance of the program are singled out. Favorites for the basis of the art of ballet theater with access to the forefront of plastic arts opens wide opportunities for the development of academic research on the general background of the artistic culture of the world.

Keywords: master's program, ballet, synthesis of plastic arts, scope and methodology of research, practical significance

Программа сформирована на основе авторских научных, учебно-методических, проектных разработок междисциплинарного характера [3]: «Духовные запросы современного общества требуют высокого уровня осмысления действительности, соотнесенного с общими задачами культуры XXI века. Взаимодействие и взаимопроникновение наук стало непременным условием их дальнейшего развития. Сегодня трудно найти крупную проблему одной науки, которая бы не привлекала к себе внимание целого комплекса других. Тенденция к их синтезу несомненна» [4]. «….В развитии современного театрального искусства доминирует тенденция к диффузии выразительных средств, которая происходит на границах отдельных его видов. Порой спектакль напоминает мозаику, собранную из различных элементов, что, естественно, ставит вопрос о его видовых границах, о сохранении специфики средств выразительности и даже о самостоятельном существовании театров в рамках той системы, которая исторически сложилась к сегодняшнему дню» [5]. Мы наблюдаем это и в возникновении и развитии новых видов художественного творчества, что вызвано настоятельной жизненной потребностью создания единой и целостной научной и культурной картины мира, соответствующей современному уровню накопленных знаний. Это требует совершенствования профессионального мастерства режиссеров, сценаристов, операторов, постановщиков, художников, актеров, теоретиков искусства, пробуждения духа новаторских идей; смелого поиска новых тем и выразительных возможностей языка балетного театра. Данные задачи встают не только перед балетоведением в узком смысле, но и перед педагогикой искусства и синтетическим искусствознанием, должны быть отражены в учебных программах магистерского уровня, ориентированных

на систематическое и планомерное изучение не только истории, но и современных теоретических и практических проблем сценических искусств. «Природа балетного жанра предполагает объединение многих искусств: пластики, музыки, живописи (декоративное искусство), а в ряде явлений (особенно на раннем этапе развития жанра) – пения и декламации» [2; с. 18].

Анализ научной литературы позволяет сделать вывод о том, что традиционно проблемное поле исследований балета связывается с искусствоведческой направленностью знания, что, на наш взгляд, значительно сужает круг поднимаемых вопросов осмысления классического балетного искусства. Сложившаяся практика положила начало изучению в театральных и творческих образовательных учреждениях традиционных дисциплин: «История балета», «Искусство балетмейстера», «Постановочная работа хореографа», «Хореографическая режиссура», «Композиция классического танца» и т.д. Однако неоценимую роль в учебном процессе призваны играть курсы, основанные на инновационных технологиях проектирования сложных систем, с использованием изобразительных материалов и других визуальных источников, привлечения компьютерных технологий и программ. В новом культурном контексте остро встает проблема обогащения хореографического языка и постепенного вытеснения репертуарного театра и его традиционной сущности высокотехнологичным театром сценического дизайна». Современная театральная критика в оценке сценических произведений все чаще опирается на целый ряд фундаментальных и прикладных дисциплин: искусствоведение, литературоведение, культурологию, философию, структуралистику, лингвистику, источниковедение, вплоть до театрального дизайна, компьютерных технологий» [4] и полихудожественного инструментария.

Основная цель магистерской программы: подготовка специалистов творческого профиля к профессиональной научной, учебной, проектной, интеллектуально-емкой деятельности за счет изучения области подготовки научных работ, освоения навыков проведения междисциплинарных исследований и проектов, овладения инновационными интеллектуальными технологиями генерации, переработки, представления знания. Основные задачи: углубить, расширить и усовершенствовать базовые профессиональные знания и умения слушателей, сформировать умения системного подхода, мотивационные установки к самоуправлению научно-исследовательской деятельностью, совершенствованию и развитию собственного общеинтеллектуального, общекультурного, научного потенциала, его применения в предметной сфере профессиональной деятельности.

Достижение этой цели осуществляется путем решения следующих задач:

– выявить философско-методологические парадигмы междисциплинарного исследования балета и пластических искусств и на этой основе осмыслить культурную цивилизацию как целостный, саморазвивающийся феномен научно-творческих и социокультурных преобразований;

– раскрыть с позиций междисциплинарного подхода магистерских исследований особенности становления и развития синтетических форм балета;

– определить с позиций междисциплинарного подхода специфику развития культурных процессов в мире, их цивилизационный статус, а также возможные сценарии дальнейшего развития системы пластических искусств.

Целевая аудитория программы – выпускники бакалавриата вузов хореографического, искусствоведческого и других смежных творческих направлений, соискатели и участники научных и творческих проектов.

Научное поле изучения программы «Балет и синтез пластических искусств» предполагает широкое исследование актуальных тем, связанных с морфологией балета как синтетического вида искусства, различных аспектов взаимодействия сценического танца и пластических искусств (графики, живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, архитектуры и других видов творчества) до изучения качественно нового художественного явления, не сводимого только к сумме составляющих, интегральных компонентов.

В сферу охвата магистерских исследований могут входить малоразработанные современные проблемы теории и истории балетного театра, касающиеся классической хореографии в контексте организации сценического пространства и взаимодействующих с ним пространственных искусств. Это идеи направленности и движения в пространстве, вопросы архитектоники и пластической формы балетного спектакля, критерии изобразительности в танце, принципы взаимодействия выразительных и изобразительных средств, проблемы ретроспективных и новаторских стилевых направлений в балете, приемы реконструкции хореографического наследия, вопросы сложения академических школ классического танца и преодоление их границ от традиций к новаторским ис-

каниям выхода танца в открытую среду, музейное и иные пространства.

Другим аспектом научных магистерских исканий могут стать темы, связанные с составом музейных и частных коллекций преимущественно театрального профиля, хранящих изобразительные материалы балетной иконографии и декорационного оформления.

Таким образом, здесь оказываются задействованными все платформы балетного театра с комплексом исследовательских проблем, так и или иначе соприкасающихся с существующей структурой визуального художественного образа в творчестве артистов и хореографов, так и прогнозирование будущих новых форм изобразительной визуализации в процессе создания хореографических произведений.

Доминирующая авторская дисциплина, включенная в базовую часть подготовки магистров по направлению 071200 (52.04.01) «Хореографическое искусство» – «Методология научных исследований в хореографии». Параллельными курсами, которые дополняют данную дисциплину, создавая тематический специализированный блок, являются: «Современные проблемы науки и искусства», «Анализ хореографических произведений», «Синтез пространственных и пластических искусств», «Костюм и сценическое оформление танца», «Сценография балетного спектакля», «Философия танца», «Авторская концепция, форма, жанр, лексика хореографического произведения», «Искусствоведческие, исторические, культурологические, психолого-педагогические подходы в исследовании и критическом анализе произведений хореографического искусства». Дисциплина «Методология научных исследований в хореографии» является основополагающей для изучения всех последующих курсов, поскольку знания и навыки, формируемые в ее рамках, носят методологический характер и позволяют применять их в области современных технологий и методов создания оригинальных творческих проектов и решения профессиональных задач.

Методикой освоения магистерской программы предусмотрено чтение лекций, проведение практических занятий, интерактивных форм исследовательской работы (презентации, тренинги, экскурсии, стажировки) в течение первого года обучения. Чтение лекций предусматривается по темам, имеющим теоретическое значение. Практические занятия посвящены проблемным вопросам и призваны сформировать умения анализа синтетического произведения балетного искусства, составления программ его структурного изучения. Практические занятия призваны формировать навыки использования знаний об особенностях и специфике различных форм и жанров искусства, а также навыки режиссуры театрализованного действа в будущей профессиональной и культурной деятельности.

В рамках курса предусмотрена разработка магистрами нескольких научных публикаций, учебно-методических разработок, проектов компьютерных презентаций, написание рецензий на балетный спектакль, организация и проведение собственного интегративного мини-исследования исторического развития балетного театра в одной из предложенных стран, анализ хореографического произведения определенного жанра, а также возможен опыт режиссуры визуального решения собственного номера или спектакля в контексте диалога пространственных и пластических искусств. «…Следует указать и на тот факт, что именно в российском социокультурном пространстве классический балет оказался предметом особо пристального внимания, как аудитории, так и субъектов государственной культурной политики, с конца XIX и до последней четверти XX в. стабильно сохраняя статус национальной гордости… География современного классического балета необычайно широка – она включает все континенты и большинство развитых стран мира» [6]. Междисциплинарный характер тем исследования позволяет привлечь широкий круг концепций, охватывающих не только формально-методологические, но и предметно-содержательные аспекты балетного искусства. Полученные в процессе изучения программы знания будут использованы при прохождении научно-исследовательской практики. Включение магистрантов, как правило, хореографического профиля, в полиролевое взаимодействие друг с другом в презентациях и докладах на консультациях исследовательского цикла значительно активизирует адаптационные процессы, направленные на дальнейшую профессиональную деятельность. Основные положения подготовленных магистерских диссертаций и полученные выводы позволят не только существенно расширить уже имеющиеся сведения по исследуемой проблеме, но и выработать новую методологию рассмотрения феномена хореографического искусства с междисциплинарных позиций.

Компетенции магистерской программы направлены на способности выпускников к внедрению инновационных технологий, учитывающих запросы общества, к проектной деятельности в сфере культуры и ис-

кусства (проектов музеев театров, художественных экспозиций и выставок балетной тематики, домов культуры и творчества), к защите и реконструкции культурных ценностей. Они ориентированы также на готовность к разработке целей и приоритетов научной и творческой деятельности научно-исследовательских, образовательных учреждений и учреждений культуры, реализующих педагогические, режиссерские, художественно-постановочные и актерско-исполнительские виды профессиональной работы хореографа и художника.

Итоговая значимость магистерской программы состоит в овладении навыками сбора и обработки информации, методологией ведения научных исследований в области балета и смежных с ним пластических искусств, с основными правилами использования профессиональной лексики; понятийно-категориальным аппаратом искусствоведческой интегративной науки, профессиональной культурой изложения материала и навыками использования источников и научной литературы в процессе создания научного текста магистерской диссертации. Полученные научные результаты позволят повысить эффективность интеллектуальной деятельности в областях: наука, культура и искусство, образование, проектирование. «Интегративные процессы в культуре выражают глубинные перемены в положении личности в современном мире и потребностях ее формирования, развития и самореализации» [1].

Разрабатываемые инновационные подходы будут способствовать повышению качества подготовки выпускников магистратуры творческого направления, которые будут высокообразованными, компетентными, предприимчивыми, уверенными, толерантными, способными к диалогу и сотрудничеству.

Список литературы

1. Капустина Л.Б. Природа интегративных образований в современной культуре: автореферат. дис. Российская академии государственная служба при Президенте Российской Федерации. – Москва, 1995. – 24 с.

2. Михайлова Е.Н. Синергетическая парадигма в исследовании развития балетного жанра // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – № 9. – С. 18–24.

3. Портнова Т.В. Методология научных исследований в хореографии. – М: Российский Государственный Университет им. А.Н. Косыгина, 2016. – 20 с.

4. Портнова Т.В. Роль искусствоведческих курсов в системе актерского и хореографического образования. – Педагогика искусства. – 2014. – № 4. URL: http://www.art-education.ru/AE-magazine.

5. Романовский Е.Я. Искусство театра кукол в контексте национальной культуры. Дис. Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. – Саранск, 2008. – 143 с.

6. Тереньтева Н.А. Классический балет: роль и функции в художественной культуре современности (общероссийский и региональный аспекты). Дис. Кемеровский государственный университет культуры и искусств. – Челябинск, 2014. – 207 с.

УДК 376.42:373

К ПРОБЛЕМЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ШКОЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

[1]Казанцева Л.А., [2]Карпушкина Н.В., [2]Конева И.А.

[1]МАОУ «Школа № 45 с углубленным изучением отдельных предметов», Нижний Новгород, e-mail: konvia@mail.ru;

[2]ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина» (Мининский университет), Нижний Новгород, e-mail: konvia@mail.ru

Проведенное исследование посвящено изучению особенностей школьной мотивации обучающихся младшего школьного возраста с ЗПР (задержка психического развития) в сравнении с нормально развивающимися сверстниками. Установлено, что мотивация младших школьников с ЗПР имеет ряд негативных характеристик, препятствующих обучению. У большинства младших школьников с ЗПР по сравнению с их сверстниками с НПР ведущей является внешняя социально-психологическая мотивация: желание хорошо выглядеть в глазах одноклассников, обожание своего учителя, желание доставить ему удовольствие своим ответом на уроке и получить от него похвалу и др. Результаты исследования показали, что у младших школьников с ЗПР недостаточно сформирована школьная мотивация, а именно искажены познавательные мотивы, поэтому необходима разработка комплекса мероприятий, направленных на их совершенствование.

Ключевые слова: младший школьный возраст, познавательная деятельность, мотивация, мотив

ON THE PROBLEM OF SCHOOL MOTIVATION PECULIARITIES OF YOUNG SCHOOLCHILDREN HAVING DEVELOPMENTAL DELAY

[1]Kazantseva L.A., [2]Karpushkina N.V., [2]Koneva I.A.

[1]School № 45 with profound studying of separate subjects, Nizhny Novgorod, e-mail: konvia@mail.ru;
[2]Minin University, Nizhny Novgorod, e-mail: konvia@mail.ru

The study examines the characteristics of school motivation of primary school age children with mental retardation compared with normally developing peers. It is established that motivation of Junior schoolchildren with mental retardation has a number of negative characteristics that prevent learning. The majority of younger students with mental retardation compared to their peers with NPR, is the leading socio-psychological motivations: the desire to look good in the eyes of classmates, the adoration of his teacher, the desire to please him with their response to the lesson and obtain the praise and. The results of the study showed that younger students with mental retardation underdeveloped school motivation, namely distorted cognitive motives, therefore, necessary to develop a complex of measures aimed at their improvement.

Keywords: primary school age, cognitive activity, motivation, motive

Исследования по педагогической психологии доказывают ведущую роль учебной деятельности в развитии личности младшего школьника. Учебная деятельность оказывает существенное влияние на общее психическое развитие школьников начальных классов: их личности, центральных психических новообразований [1]. В становлении учебной деятельности основным фактором является школьная мотивация, которая тесным образом связана с понятием «субъект деятельности» [2, 3]. Успешность овладения школьными знаниями и умениями находится в тесной связи с тем, насколько школьник стал субъектом учебной деятельности, т.е. каково его отношение к средствам и способам достижения поставленных целей, к себе, к предмету изучения, учителю и соученикам, и, конечно, с педагогическим (дидактическим и воспитательным) мастерством педагога [4–6]. Но кроме внешней стимуляции для развития субъектности необходима и совокупность внутренних условий, которые предполагают наличие у ребенка внутренних побуждений к усвоению соответствующих знаний, а также мотивов [7, 8].

Заявленная проблема особенно актуальна по отношению к младшим школьникам с задержкой психического развития (ЗПР). Согласно имеющимся исследованиям в специальной психологии, мотивационно-потребностная сфера занимает существенное место в развитии личности ребенка, в том числе в условиях нарушенного развития [9, 10].

Цель и методы исследования

Исследование посвящено изучению особенностей школьной мотивации младших школьников с ЗПР в сравнении со сверстниками с нормальным психическим развитием (НПР). Выборку испытуемых составили младшие школьники с ЗПР и их ровесники с НПР.

В исследовании использовались диагностические методики:

– «Изучение мотивации обучения у младших школьников» (М.Р. Гинзбург);

– «Две школы» (Л.А. Венгер);

– Методика для диагностики учебной мотивации школьников (М.В. Матюхина в адаптации Н.Ц. Бадмаевой).

Результаты исследования и их обсуждение

По первой методике были получены следующие результаты.

У обучающихся с нормальным психическим развитием преобладают высокий и очень высокий уровень развития учебной мотивации (78%). У 15% обнаружен средний уровень, низкий уровень – у 7%.

Большая часть детей с ЗПР имеют высокий уровень мотивации учения (50%), из них 34% – средний уровень, низкий уровень – 16% (рис. 1).

Кроме того, мотивация младших школьников с ЗПР имеет ряд особенностей, которые мешают им успешно учиться. Это ситуативность интересов, неосознанность ведущих мотивов учения (не называют, что им нравится в учебном предмете, на уроке), недостаточная обобщенность мотивов (они охватывают лишь 1–3 учебные дисциплины, объединенные по их внешним признакам). До окончания начальной школы эти особенности учащихся с ЗПР сохраняются, с трудом формируется воля к преодолению трудностей в учебе. Это приводит к формированию поверхностного, недостаточного интереса к обучению, который можно называть формальным отношением к школе.

В учебной деятельности младших школьников с ЗПР преобладает позиционный мотив, проявляющийся в попытках самоутверждения, в желании занять место лидера, оказывать влияние на других, доминировать в коллективе и т.д. В результате диагностики по методике «Две школы» (Л.А. Венгер) были получены результаты: 65% школьников с ЗПР имеют сформированную внутреннюю позицию школьника, 35% продемонстрировали отсутствие внутренней позиции школьника.

У младших школьников с нормальным психическим развитием преобладает общее положительное отношение к школе. Они отличаются от сверстников с ЗПР широтой интересов, выраженной любознательностью, увлеченностью творческими видами деятельности, любовью к познавательным играми. В таких играх разворачиваются сюжеты, реализующие социальные интересы учащихся, их эмоциональную вовлеченность в учебный процесс.

Критериями уровня сформированности внутренней позиции школьника являются: знание цели обучения, осознание важности и необходимости учения, принятие новой социальной роли школьника, выраженный познавательный интерес. У таких младших школьников ведущей деятельностью является учебная.

Для школьников с несформированной внутренней позицией характерно: недостаточное осознание целей и роли учения, ориентация на внешнюю сторону школьной жизни. Такой младший школьник приходит в школу, чтобы играть, общаться, гулять. При этом учебная деятельность для него не является ведущей, не привлекательна.

У младших школьников с НПР в большинстве случаев сформирована внутренняя позиция школьника (93%). У 7% испытуемых она не сформирована (рис. 2).

Таким образом, результаты нашего исследования показали, что у детей со сформированной внутренней позицией школьника учебная деятельность, осознание себя в ней вызывают положительные эмоции, а игры и занятия дошкольного периода теряют свою привлекательность, отходят на второй план. Младший школьник дорожит своим новым социальным статусом, выполняемыми учебными обязанностями, понимает ответственность и значение учебной деятельности.

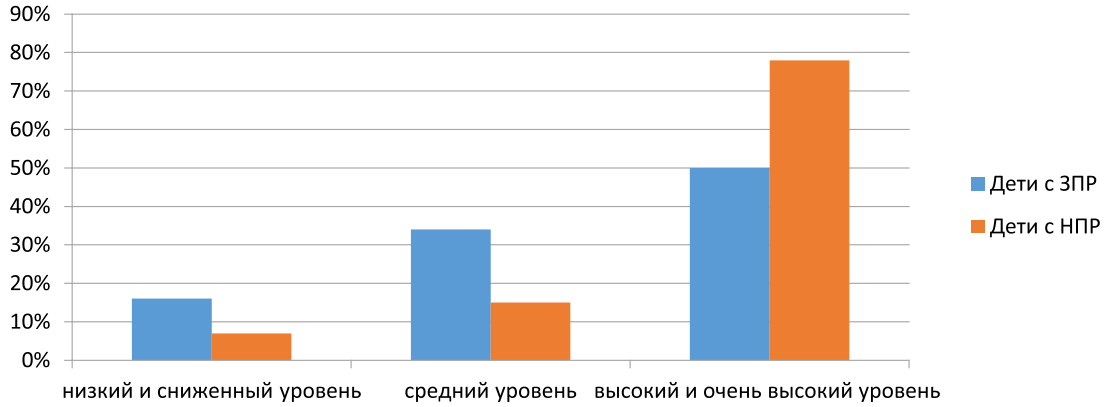


Рис. 1. Уровни сформированности мотивации обучения у младших школьников

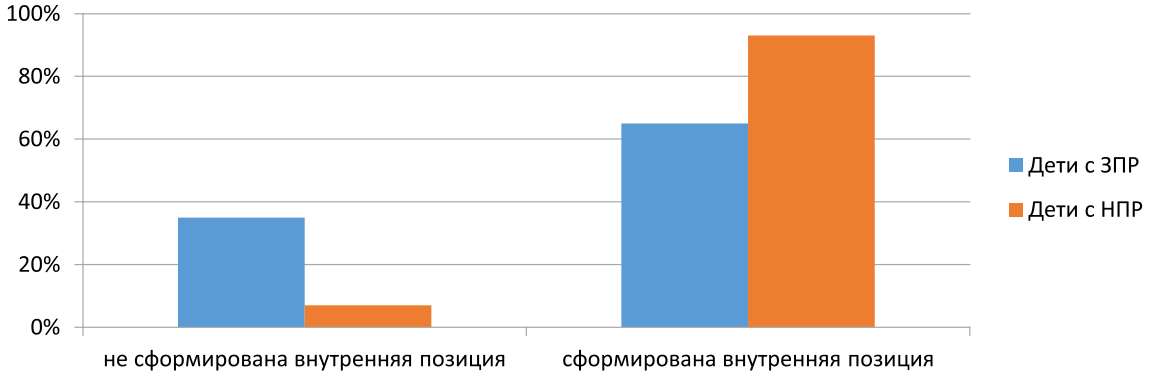


Рис. 2. Уровни сформированности внутренней позиции школьника у младших школьников

В случаях, когда внутренняя позиция школьника оказываетсяя несформированной или не привлекательна в настоящий момент для ребенка, учебная деятельность становится обузой, неприятной обязанностью, что и делает её неуспешной. Таким образом, активному формированию внутренней позиции школьника необходимо уделять серьезное внимание. Сопровождение формирования субъектности младшего школьника должно осуществляться специалистами-психологами в сотрудничестве с педагогами на базе ведущей учебной деятельности. Низкий уровень школьной мотивации, негативное отношение младшего школьника к обучению, отсутствие принятия нового социального статуса ученика осложняет процесс возрастного развития и является показанием для проведения коррекционной работы специалистов.

Исследование по методике М.В. Матюхиной в адаптации Н.Ц. Бадмаевой позволила получить результаты (рис. 3).

Так, ведущими мотивами учебной деятельности младших школьников с ЗПР являются:

1) достижения успеха: 62 %;
2) самоопределения и самосовершенствования: 53 %;
3) престижа: 50 %;
4) творческой самореализации: 46 %;
5) коммуникативные: 46 %;
6) аффилиации: 43 %;
7) благополучия: 40 %;
8) избегания неудачи: 37 %;
9) учебно-познавательные: 37 %;
10) долга и ответственности: 34 %;
11) учебно-познавательные (процесс учения): 31 %.

Таким образом, большинство младших школьников с задержкой психического развития продемонстрировали внешние мотивы учения. Ориентацию на внутренние мотивы имеют 37 % учащихся начальных классов – учебно-познавательные мотивы.

Ведущими мотивами учебной деятельности младших школьников с НПР являются:

1) достижения успеха: 78 %;
2) самоопределения и самосовершенствования: 75 %;
3) учебно-познавательные: 75 %;
4) творческой самореализации: 50 %;
5) коммуникативные: 50 %;
6) престижа: 46 %;
7) долга и ответственности: 46 %;
8) благополучия: 40 %;
9) избегания неудачи: 34 %;
10) учебно-познавательные (процесс учения): 34 %;
11) аффилиации: 28 %.

Полученные результаты показывают, что у младших школьников с нормальным психическим развитием преобладают внутренние мотивы учения (учебно-познавательные: 75 %, самоопределения и самосовершенствования: 75 %), а также мотивация достижения (достижения успеха: 78 %). Такое сочетание дает наибольшие успехи в учебной деятельности.

Таким образом, результаты исследования демонстрируют важную мотивационную роль в учебной деятельности для младших школьников с ЗПР внутренних мотивов учения. Такая ситуация является благоприятной для процесса обучения.

Выводы

Проведенное сравнительное исследование учебной мотивации младших школьников позволило выделить ряд проблем в группе детей с ЗПР:

1. Познавательные интересы школьников ситуативны. Они быстро угасают, без активации со стороны учителя не проявляются.

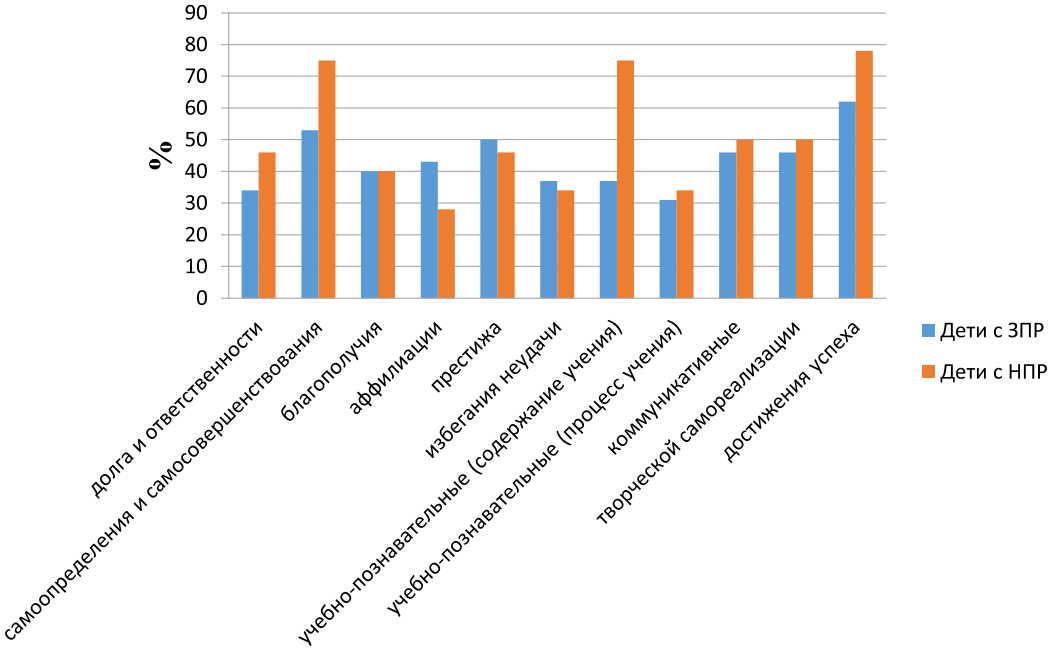


Рис. 3. Сформированность мотивов учебной деятельности у младших школьников

2. Учебные мотивы плохо осознаются, недостаточно обобщены (охватывают один или несколько учебных предметов, объединенных по внешним признакам).

3. В структуре мотивов преобладают внешние, социально-психологические мотивы. Это проявляется в попытках самоутверждения, стремлении к лидерству, давлению на других учеников, доминированию в коллективе и т.д.; желании хорошо выглядеть в глазах одноклассников, обожании учителя, желании доставить ему удовольствие ответом и заслужить похвалу.

4. Характерна недостаточно сформированная внутренняя позиция школьника. Они не принимают новый социальный статус ученика, негативно относятся к учению в школе, учебным предметам, что ведет к снижению школьной успеваемости и возможной дезадаптации.

5. Основную мотивационную роль в их учебной деятельности играют внешние мотивы: отметки, одобрение взрослого и сверстников.

Результаты исследования показали, что у младших школьников с ЗПР без проведения специальной работы плохо формируется учебно-познавательный мотив, личностная субъектность, наблюдаются искажения в сфере интересов. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости разработки комплекса мероприятий, направленных на коррекцию недостатков и развитие адекватной учебной мотивации у младших школьников с задержкой психического развития.

Список литературы

1. Эльконин Д.Б. Психическое развитие в детских возрастах. Избранные психологические труды / Под ред. Фельдштейна Д.И. – Москва-Воронеж, 1997. – 416 с.

2. Кисова В.В. Теоретические и экспериментальные исследования саморегуляции в учебно-познавательной деятельности у детей с нормальным и задержанным темпом развития // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. – 2013. – Т. 15, № 2–1. – С. 130–135.

3. Семенов А.В., Кисова В.В. Сотрудничество как форма инновационного развивающего обучения // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 3–4. – С.186–188.

4. Конева И.А. Психологические проблемы интегрированного и дифференцированного обучения подростков с задержкой психического развития // Вестник Мининского университета. – 2014. – № 3 (7). – С. 6. URL: http://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/496 (дата обращения: 05.11.2017).

5. Россова Ю.И. Активизация познавательной деятельности обучающихся в условиях стандартизации образования // Мир педагогики и психологии. – 2016. – № 1. – С. 78–82.

6. Федосеева Н.В. К вопросу о воспитательном потенциале технологий активизации и интенсификации деятельности учащихся // Актуальные направления развития научной и образовательной деятельности. – Чебоксары, 2014. – С. 77–80.

7. Конева И.А., Карпушкина Н.В. Особенности коммуникативной готовности к обучению в школе у дошкольников с общим недоразвитием речи // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–2. URL: https: //science-education.ru/ru/article/view?id=19741 (дата обращения: 05.11.2017).

8. Конева И. А., Кузнецова К.Э. К проблеме образа Я и самооценки младших школьников с задержкой психического развития // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–3. URL: https: //science-education.ru/ru/article/view?id=23668 (дата обращения: 05.11.2017).

9. Кудрявцев В.А., Каштанова С.Н. Сравнительная характеристика основных качеств мыслительной деятельности при умственной отсталости и задержке психического развития // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. URL: https: //science-education.ru/ru/article/view?id=16506 (дата обращения: 05.11.2017).

10. Морозова Н.Г. Формирование познавательных интересов у аномальных детей. – М.: Просвещение, 1969. – 280 с.

УДК 94(47)

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИЧИНАХ ПОЯВЛЕНИЯ ПОЛЯКОВ В СИБИРИ XIX ВЕКА НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛА «РУССКИЙ АРХИВ»

Пяткова С.Г.

БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный педагогический университет», Сургут, e-mail: sgpyatkova@mail.ru

История политической ссылки поляков в Сибирь достаточно хорошо изучена в отечественной и иностранной историографии. Это обусловлено наличием широкого круга источников, которые детализируют различные ее аспекты. Обращение современных исследователей к изучению русской журнальной прессы XIX – начала XX вв., в частности журнала «Русский архив», позволяет рассматривать публицистический дискурс проблемы. Изучение материалов историко-литературного журнала позволяет углубить представления о причинах ссылки поляков в Сибирь, репрезентация которых была взаимосвязана с идейной направленностью издания. Актуальность исследования обусловлена информативной ценностью материалов журнала «Русский архив» по изучению различных аспектов политической ссылки в Сибирь, публикацией на его страницах широкого круга исторических источников. Несмотря на то, что впервые в центре внимания русского общества «польский вопрос» оказался после окончания наполеоновских войн и включения Царства Польского в состав Российской империи, в силу цензурных условий в 1830-е – начале 1850-х годов он выпал из активной полемики. Однако в условиях либерализации режима со второй половины 1850-х годов ситуация изменилась, расширились возможности выражения общественных позиций. Это сказалось и на представлении польской тематики в журнале «Русский архив». Проведенный анализ материалов журнала позволяет выявить представления о причинах появления польских политических ссыльных в Сибири в XIX веке, репрезентуемые на страницах журнала «Русский архив».

Ключевые слова: представления, репрезентация, журнал «Русский архив», контекст, поляки, политическая ссылка, Сибирь

REPRESENTATIONS ABOUT THE REASONS OF THE APPEARANCE OF POLES IN THE SIBERIA OF THE XIX CENTURY ON THE PAGES OF THE «RUSSIAN ARCHIVE» MAGAZINE

Pyatkova S.G.

BU in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra «Surgut State Pedagogical University», Surgut, e-mail: sgpyatkova@mail.ru

The history of the political exile of the Poles to Siberia has been well studied in domestic and foreign historiography. This is due to the availability of a wide range of sources, which detail its various aspects. The appeal of modern researchers to the study of the Russian journal press of the XIX – early XX centuries, in particular the magazine «Russian Archive», allows us to consider the journalistic discourse of the problem. Studying the materials of the historical and literary journal allows us to deepen our understanding of the reasons for the exile of the Poles to Siberia, the representation of which was interconnected with the ideological orientation of the publication. The relevance of the study is due to the informative value of the materials of the magazine «Russian Archive» on the study of various aspects of political exile to Siberia, the publication on its pages of a wide range of historical sources. Despite the fact that for the first time in the center of attention of Russian society, the «Polish issue» was after the end of the Napoleonic wars and the inclusion of the Kingdom of Poland in the Russian Empire, due to censorship conditions in the 1830s – early 1850s, it fell out of the active polemic. However, in the conditions of liberalization of the regime from the second half of the 1850s, the situation has changed, and the opportunities for expressing public positions have expanded. This affected the presentation of Polish themes in the magazine «Russian Archive». The analysis of the journal's materials allows us to reveal the ideas about the reasons for the appearance of Polish political exiles in Siberia in the XIX century, represented in the pages of the magazine «Russian Archive».

Keywords: representations, representation, magazine «Russian archive», context, Poles, political exile, Siberia

Изучение материалов ежемесячника «Русский архив» за 1863–1917-е гг. (годы издания журнала) показало, что обращение авторов к теме «поляки и их ссылка в Сибирь» наблюдалось в течение всего периода существования журнала. На страницах журнала изложены как подробности революционных событий в Царстве Польском, так и дальнейшая судьба осужденных и сосланных в Сибирь польских мятежников. Мировоззренческие основы журнала были близки к умеренно-либеральному направлению, а с 1880-х годов наблюдался постепенный переход к консерватизму, что сказалось и на описании сюжетов о ссылке поляков. Анализ публикаций по теме исследования позволил выявить статьи, в которых затрагиваются различные аспекты темы «поляки и их ссылка в Сибирь». По годам выпуска статей можно проследить следующую динамику обращения авторов к теме. Большинство статей было опубликовано во второй половине 1860-х – 1880-х годах, что связано с апогеем политической ссылки в Сибирь польских повстанцев 1863 года. Со второй половины 1860-х годов наблюдалось зна-

чительное увеличение ссыльных в Сибири, происходила разработка нового законодательства относительно польских повстанцев и ссыльных. На страницах журнала транслировалось представление о ссылке как о карательном органе относительно всевозможных противоправительственных проявлений. Данные публикации в основном представлены: очерками, научно-популярными статьями, воспоминаниями политических деятелей и ссыльных. Очерки в основном характеризуют представление о ссылке, каторге и истории их существования, о проживании в ссылке политических преступников, а также об организации системы наказания. Научно-популярные статьи посвящены сюжетам, отражающим причины и ход польских восстаний, процесс ссылки политических преступников. Мемуары ссыльных и политических деятелей детализируют отдельные сюжеты причин и противоречий ссылки, добавляют особый колорит в представления о сущности польского вопроса в XIX веке.

Несмотря на то, что ссыльные поляки появились в сибирском регионе еще в XVIII веке, материалы журнала в основном транслировали сюжеты о появлении здесь поляков – преимущественно политических ссыльных, в XIX веке, что напрямую связано с крупными польскими восстаниями 1830-х годов и 1860-х годов. Поэтому польская тематика на страницах журнала в основном была представлена в контексте польского вопроса в целом и следствия польских восстаний XIX века.

Первые публикации в журнале были посвящены ссылке польских мятежников 1830-х годов, когда уже прошло значительное время после подавления восстания, и свершилось новое выступление. Тем самым авторы стремились показать определенную последовательность, закономерность в обострении польского вопроса в течение XIX века. Основные сюжеты рассматриваемого этапа ссылки касались выявления ее причин, форм и методов наказания мятежников, их состава и мест наказания. Так в одной из первых статей журнала были опубликованы «Две политические записки о Польше 1815 г.» Потемкинского секретаря В.С. Попова. Материалы статьи, указывая на необходимость включения Королевства Польского в состав Российской империи возможные последствия такой политики: «следствием станет возрождение ненависти, соперничества, междоусобиц» [1, с. 14]. С выходом данной публикации журнал формировал понимание о необходимости присоединения исконно русских земель, применении наказания и ссылки к повстанцам во избежание новых витков восстаний. Тем самым причины ссылки польских мятежников связывались с необходимостью обезопасить государство от разного рода сепаратистов.

В 1867 году в журнале появилась статья И.С. Ульянова «Заметки о Польском восстании 1830 г.», которая представляла собой рецензию на книгу «История польского восстания и войны 1830 и 1831 гг.» Ф. Смита. Автор отмечает, что в книге события в Польше данного периода «описываются подробно и обстоятельно» [2, с. 405], а главная причина выступления поляков – борьба «во имя национальных интересов» [2, с. 407]. Тем самым транслировалось представление о необходимости вмешательства русских войск против повстанцев, которых автор характеризует как «преступников», «революционеров» и «мятежников». Кроме того, формировалось представление о неизбежности их наказания, в том числе и ссылке в Сибирь. Целесообразность ссылки польских мятежников в сибирский регион подтверждалась и материалами опубликованных писем М.М. Сперанского к его дочери Елизавете Михайловне. Пребывая проездом в Сибири, автор отмечал, что это «прекрасное место для ссыльных… однако это не место для жизни и высшего гражданского образования…» [3, с. 1699]. Данная публикация доказывала специфику карательной системы в Российской империи XIX века, когда в качестве наказания ссыльным отводились отдаленные места – «глухие и необжитые» [3, с. 1670]. Пребывание в таких местах должно было способствовать исправлению ссыльных различными способами, что зависело от вида наказания (каторга, поселение, жительство, водворение, арестантские роты и т.п.).

В серии публикаций журнала за 1870-е годы были представлены записки Н.В. Берга, которые содержали подробную информацию о подавлении восстаний 1830-х годов, о методах расправы с повстанцами и, соответственно, причинах массового появления поляков в Сибири в первой половине XIX века. Многих из них «постигла участь государственных преступников первого разряда», им были «определены наказания военным судом» [4, с. 1813]. Среди форм их наказания автором отмечались: «смерть», «виселица», «расстрел», каторжные работы, ссылка в Сибирь. Кроме того, материалы публикации демонстрировали масштабы ссылки, ее массовость: «Евстафий Рачинский, прогнан сквозь строй через 500 человек четыре раза, также в Варшаве… и после сослан в Сибирь в каторжную работу» [4, с. 1818]. Подробно описывая виды наказания, материалы статьи демон-

стрировали жесткость и роль карательной системы в имперской политике государства. Так, наиболее опасные преступники были «посажены в швейцарскую крепость Куфштейн, более или менее на продолжительный срок: от 15 до 20 лет, в цепях на руках и ногах, по 6 фунтов каждая» [4, с. 1822], «некоторые не выдержали такого заключения и умирали (ксендз Забоклицкий и шляхтич Ролинский)… другие навсегда потеряли здоровье» [4, с. 1823]. В целом материалы публикации транслировали ожесточенную борьбу русского правительства с повстанцами, в результате которой многие из них были казнены, наказаны телесно или отправлены в Сибирь. Суровая политика исполнения наказания была направлена на обеспечение безопасности в Царстве Польском, а ее публичность была рассчитана на психологический террор повстанцев.

В опубликованных на страницах журнала воспоминаниях графини А.Д. Блудовой говорилось о крахе польской армии и попытках русских проявить «снисхождение к поверженному, но нежелающему покоряться врагу» [5, с. 131]. Материалы статьи формировали представление о жесткой позиции русской власти относительно польского вопроса: «император Николай I… приказал… продолжать восстанавливать мир соблюдением строгой подчиненности в покоренном крае, а также внушать любовь к себе и порядку, любовь и приверженность к престолу, и уважение к России» [5, с. 135]. Тем самым транслировалось убеждение о необходимости применения методов подавления и ссылки мятежников ради спокойствия в регионе и сохранения Царства Польского в составе Российской империи. Эта же мысль прослеживалась в опубликованных в 1875 году «Автобиографических записках сенатора Е.Ф. фон-Брадке», которые подробно описывали подавление польского мятежа 1830-х годов русской армией: «имперские войска захватили в плен весь высланный против них польский отряд в 2000 человек вместе с пушками и боеприпасами, после чего приступили к осаде Варшавы, которая была сдана после переговоров» [6, с. 289]. Кроме того, в журнале были опубликованы многочисленные воспоминая участников подавления восстания 1830-х годов, которые формировали представление о необходимости подавления восстания во избежание нового витка восстания. Так, в воспоминаниях Е.П. Самсонова сказано о «необходимости показательной расправы над зачинщиками и виновниками, которых для устрашения остающихся на воле повстанцев публично казнили и отправляли на каторгу в Сибирь» [7, с. 459]. А.О. Дюгамель в своей автобиографии содержательно описывая борьбу с повстанцами, отмечает свое негодование относительно возникновения мятежа, обосновываясь непониманием его причин: «насильственными мерами мятежное правительство продолжало рыть пропасть, которая навсегда должна была поглотить благоденствие и процветание Польши» [8, с. 529]. Опубликованное послание Графа Бенкендорфа к великому князю Константину Павловичу во время Польского мятежа проясняло суть имперской политики России относительно польского вопроса: «если бы Россия пошла на уступки, то она уронила бы себя во мнении других народов и, что еще более важно, в своем собственном. Тогда императора стали бы считать слабым монархом…» [9, с. 37]. Кроме того, по мнению автора, «повстанцы по всей Европе берут в пример восстание в Польше, однако подавив его, Россия подавит мятежников по всему миру, лишив их надежды на успех и деморализовав» [9, с. 39]. Данная мысль прослеживалась и в последующих публикациях журнала 1890-х – начала 1900-х годов. Так, из «Записок графа М.Д. Бутурлина. 1830–1832 гг.» видно, что для сохранения общественного спокойствия в Варшаве после подавления восстания «необходимо было пребывание русского войска до тех пор, пока мятежники не были пойманы, либо сами не сдались» [10, с. 349].

В опубликованных письмах А.Я. Булгакова к его брату, написанных в 1831 году из Варшавы, содержалась ценная информация о методах подавления польских повстанцев, не сдавшихся после того, как восстание было подавлено. Из материалов статьи известно о публичных казнях виновных в мятеже поляков, а также об их отправке на каторгу [11, с. 64]. В 1908 году на страницах журнала появилась публикация, раскрывающая отдельные сюжеты о предыстории обострения польского вопроса в 1830-е годы, наказания польских повстанцев. В одном письме из архива Н.Н. Новосильцова содержалось донесение из Царства Польского о возможном восстании: «наполеоновские войска, бежавшие из России после поражения в сторону Франции, побывали транзитом в Варшаве. Французский министр Дюк-де-Бассано заезжал в Варшаву и заставлял там поляков сделать акт всеобщего вооружения» [12, с. 310]. Поэтому для сохранения спокойствия в польском регионе необходимо было ввести постоянный контроль. Кроме того, материалы публикации содержали важную информацию о тайных кружках польских патриотов-сепаратистов 1810–1820-х годов. Из публикации видно, что подпольный кружок был разоблачен

в конце декабря 1820 года, а его члены отправлены в ссылку в Сибирь, что указывает на бдительность карательных органов. Несмотря на это, «польские карбонарии существовали до восстания 1863 года» [12, с. 311].

В целом значительная часть публикаций журнала транслировала основную причину появления польских ссыльных в Сибири в первой половине XIX века в контексте борьбы русского правительства с повстанцами 1830-х годов. Тем самым репрезентация массовой ссылки поляков формировала представление о сути имперской политики российского государства в решении польского вопроса. Относительно ссылки транслировалось представление о ее роли и значимости в системе наказания империи. Ссылка польских повстанцев в данный период рассматривалась как необходимое и целесообразное средство в борьбе с преступниками. В большей степени на страницах журнала вскрывались причинно-следственные связи ссылки мятежников и восстания 1830-х годов, демонстрировались различные формы их наказания.

Второй этап политической ссылки поляков в Сибирь после 1860-х годов также рассматривался на страницах журнала. В опубликованных «Записках Н.В. Берга о польских заговорах и восстаниях» под конец бунта 1863 года прослеживается опасение мятежников попасть в ссылку в Сибирь, что, однако не только усиливало понимание провала мятежа и желание сдаться у одних, но и возбуждало на патриотический подвиг других: «Решайся! Погибать так погибать недаром… Затурят тебя в Сибирь, не то запакуют в каземат отдаленной крепости, и погаснешь там глупо, как свеча» [13, с. 1149]. Таким образом, материалы статьи свидетельствуют о том, что русская политика показательного наказания преступников через отправку их в сибирскую ссылку и публичную казнь сыграла свою роль психологического давления на повстанцев, благодаря чему многие из них сдавались. Данная мысль нашла продолжение в опубликованной в 1885 году на страницах журнала «Апологии графа Ф.Ф. Берга от польских наветов». Из материалов статьи видно, что Берг, будучи назначенным наместником Царства Польского и вступив в должность в сентябре 1863 года, проводил целенаправленную политику по подавлению восстания, для которой были характерны: жесткость, контроль, надзор «…с целью положить конец сборищам…» [14, с. 446]. И такая политика имела свои результаты: «поляки снова сами начали помогать правительству при задержании злоумышленников, указывать скрытое ими оружие и с успехом сформировали из своей среды сельскую стражу» [14, с. 449].

Другой немаловажный аспект изучаемой темы, такой как масштабность восстания и как следствие польской ссылки демонстрировали опубликованные в 1899 году «Воспоминания Н.Д. Богатинова». Описывая бунт поляков в Киеве, автор отмечал, что «учебные заведения края скрывали в своих недрах немало сил, задействованных в польском мятеже». Так, 23 апреля 1862 года киевские поляки взбунтовались и вышли из города бандой, устраивая стычки с казачеством [15, с. 98]. Однако благодаря жестким мерам, правительству удалось установить спокойствие в регионе. Материалы воспоминаний графа Н.Г. Ностица формировали представление о результативности карательной системы, в частности ссылки в Сибирь. Автор отмечал, что сосланный в Сибирь предводитель объединенных банд мятежников Роман Рогинский «за хорошее поведение и игнорирование антиправительственных акций, устраиваемых ссыльными поляками, а также в результате выхода манифестов, смягчающих наказание ссыльных» получил возможность вернуться на родину после тридцати трех лет пребывания на каторжных работах в Сибири [16, с. 619].

Статья В.А. Истомина о событиях 1863 года по материалам правительственных бумаг содержала важную информацию о проблемах организации политической ссылки поляков. В частности, речь шла о проблеме выдачи пособий лицам, не получившим справки об их состоянии, которые были «вынуждены работать с письменными делами по найму в уездных управлениях, а также возбуждали к себе сочувствие местного населения [17, с. 57]. Так, данная статья показывает все ограничения относительно политических ссыльных в Сибири, способы их адаптации к новым условиям.

Таким образом, представленные на страницах журнала публикации о событиях польского восстания 1860-х годов и соответствующей ссылке повстанцев транслировали представление о тактике русской власти в борьбе с мятежниками, о назначении им наказания, о проблемах организации ссылки. Здесь уже не делались акценты на причинно-следственные связи ссылки поляков, а в большей степени вскрывались ее отдельные сюжеты как карательной меры, нуждающейся в реформировании.

В целом публикации журнала «Русский архив» позволяют определить спектр проблем, которые рассматривались на его страницах относительно польской политической ссылки. Так, авторы публикаций

на фоне событий, происходивших в Польше, в основном рассматривали следующие проблемы: причины ссылки польских политических преступников; организация политической ссылки; расселение ссыльных на территории Сибири. В основном данные проблемы рассматривались с привязкой к наиболее массовым периодам ссылки поляков 1830-х и 1860-х годов. На страницах журнала причины ссылки поляков представлялись в контексте наказания мятежников, восставших против российского правительства. Материалы статей транслировали все жестокости расправы над мятежниками. Опубликованные материалы формировали образ польских ссыльных – мятежников, преступников, революционеров, которые за свои противоправительственные действия должны понести соответствующее наказание. Появление подобных публикаций было обусловлено активизацией института ссылки, в том числе поляков, как одного из способов наказания, применяемого карательными органами в отношении политически неблагонадежных граждан для обеспечения государственной безопасности. Соотнесение статей разного характера позволяет говорить о содержательной информации о причинно-следственных связях польской политической ссылки, представленной на страницах журнала.

Список литературы

1. Из бумаг Потемкинского секретаря В.С. Попова. Две политические записки о Польше 1815 г. // Русский архив. Историко-литературный сборник. – Вып. 2. – М., 1866. – С. 14.

2. Ульянов И.С. Заметки о Польском восстании 1830 г. // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1867. – № 1–6. – С. 405.

3. Письма М.М. Сперанского к его дочери, Елизавете Михайловне, с дороги в Сибирь, из Сибири и с возвратного оттуда пути 1819 и 1820 г. // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1868. – № 9–12. – С. 1699.

4. Записки Н.В. Берга о Польских восстаниях с 1831 г. // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1870. – № 1–6. – С. 1813.

5. Воспоминания графини А.Д. Блудовой // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1875. № 1–4. – С. 131.

6. Автобиографические Записки сенатора Е.Ф. фон-Брадке // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1875. – № 1–4. – С. 289.

7. Воспоминания Е.П. Самсонова // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1884. – № 1–2. – С. 459.

8. Автобиография А.О. Дюгамеля V–VII // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1885. – № 1–4. – С. 529.

9. Граф Бенкендорф к великому князю Константину Павловичу, во время Польского мятежа // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1885. – №1–4. – С. 37.

10. Записки графа М.Д. Бутурлина. 1830–1832 // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1897. – № 5–8. – С. 349.

11. Письма А.Я. Булгакова к его брату. 1831 // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1902. – № 1–4.– С. 64.

12. Из архива Н.Н. Новосильцова // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1908. – № 1–4. – С. 310.

13. Записки Н.В. Берга о Польских заговорах и восстаниях // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1873. – № 7–12. – С. 1149.

14. Апология графа Ф.Ф. Берга от Польских наветов. Теобальда // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1885. – № 9–12. – С. 446.

15. Воспоминания Н.Д. Богатинова // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1899. – № 9–12. – С. 98.

16. Из воспоминаний графа И.Г. Ностица (о Польском мятеже 1863 года) // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1900. – № 5–8. – С. 619.

17. Военное положение в Царстве Польском во времена мятежа 1863 года. Правительственные бумаги. Сообщены В.А. Истоминым // Русский архив. Историко-литературный сборник. – М., 1903. – № 9–12. – С. 57.

УДК 37.014.3(470.41-25)

ВОПРОСЫ РАЗДЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛАХ КАЗАНИ В 1943–1954 ГОДАХ

Садыков Ш.Ф.

ГБУ «Институт истории им. Ш. Марджани Академии наук Республики Татарстан», Казань, e-mail: mergen777@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы раздельного обучения в городе Казани в 1943–1954 годах. Введение раздельного обучения потребовало реорганизации школьной структуры и педагогического процесса. В Казани эти вопросы решались на уровне Народного комиссариата просвещения ТАССР и Совета народных комиссаров ТАССР. Несмотря на весь административный ресурс в Казани чувствовалась нехватка школ, которые в большинстве своем были заняты различными организациями. Это не только не позволяло охватить весь контингент учащихся, но и создавало третью смену обучения. Заявленных в «Постановлении» изменений методов и принципов обучения в раздельных школах не произошло, занятия проводились без учёта индивидуальных половых различий. В 95% казанских семилетних и средних школ было введено раздельное обучение. Смешанное обучение велось лишь в школах отдаленных от черты города. Несмотря на все сложности, успеваемость учащихся в раздельных школах была несколько выше совместных. Однако непонимание со стороны родителей, формальность в содержании образования, трудное финансовое положение страны, не позволяющее развивать сеть школ, стали причиной отмены раздельного обучения.

Ключевые слова: раздельное обучение, воспитание, женские и мужские школы, принципы обучения, смешанные школы, система образования

QUESTIONS OF SEPARATE TRAINING AT SCHOOLS OF KAZAN IN 1943–1954

Sadykov Sh.F.

Sh. Marjani Institute of History under Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, e-mail: mergen777@mail.ru

The article discusses the issues of separate education in the city of Kazan in 1943–1954. The introduction of separate education demanded a reorganization of the school structure and pedagogical process. In Kazan these issues were resolved at the level of the People's commissariat of education of TASSR and Council of People's Commissars of TASSR. Despite all the administrative resource in Kazan felt the lack of schools, most of which were occupied by various organizations. It is not only not allowed to cover the entire contingent of students, but also created a third shift training. Stated in the «Resolution» of changes in methods and principles of teaching in segregated schools did not happen, the classes were conducted without regard to individual sex differences. In 95% of the Kazan seven-year and secondary schools was introduced segregation. Blended learning was conducted only in schools remote from the city. Despite all the difficulties, the achievement of students in segregated schools was slightly higher than the joint. However, the lack of understanding from parents, a formality in the content of education, the difficult financial situation of the country does not allow to develop a network of schools became the cause of the abolition of segregated education.

Keywords: separate education, education, women's and men's schools, the principles of training, the mixed schools, education system

Все школы дореволюционного периода, будь то государственные, либо частные были основаны на раздельном обучении обоих полов. Однако эти школы были не в равном соотношении, объем знаний в мужских школах давался намного больше, и количество мужских школ превосходило женские. Пришедшая на смену советская власть старалась полностью отдалиться от «изжитков прошлого». Одним из таких шагов было введение совместного обучения мальчиков и девочек, которое по замыслу новой власти было направлено на устранение существовавшего до революции неравноправия женщин и мужчин. Однако чем дальше страна уходила от исторического прошлого царской России, тем более целесообразным казалось использование его опыта и наработок. Это проявилось и в возврате классно-урочной системы, критериев оценивания и в том числе необходимости восстановления раздельного обучения.

Поворот в данном направлении в системе советского образования произошел 16 июля 1943 года, когда вышло постановление СНК (Совета народных комиссаров) СССР «О введении раздельного обучения мальчиков и девочек в 1943/1944 учебном году в неполных средних и средних школах областных, краевых городов, столичных центров союзных республик и крупных промышленных городов». Естественно это было не сиюминутное, а вполне обдуманное и проанализированное решение, основанное на изучении опыта дореволюционных гимназий. Одними из предпосылок введения раздельного обучения было укрепление дисциплины, воспитание сильных духом юношей и более широкий охват девочек школой в национальных республи-

ках и областях, где присутствовали старые предрассудки [1].

Город Казань, как и многие другие крупные города СССР, был в центре этих нововведений и преобразований. Правительство жестко ставило вопрос о персональной ответственности местных партийных и советских руководителей, допускавших неразбериху в подведомственных школах, переходивших на раздельное обучение и не успевших к 1 сентября 1943 г. завершить организационный процесс [2]. О строгости в данном вопросе указывают и результаты проверки готовности школ к 1943/1944 учебному году и выполнения закона о всеобщем обучении в городе Казани. Итогом этих проверок (справка контролера Наркомата Государственного контроля РСФСР Л.И. Бочковой) стал выговор как заведующей Казанским городским отделом народного образования А.М. Куницыной, так и Народному комиссару просвещения Татарской АССР У.Т. Контюкову [3]. Основанием выговоров была неудовлетворительная подготовка школ г. Казани к учебному году, связанная с проведение раздельного обучения. Одним из недочетов было размещение пяти мужских школ в одних зданиях с женскими школами.

Алгоритм создания мужских и женских школ на базе бывших совместных учебных заведений был следующим: из одной школы в другую переводили всех девочек, а из последней в будущую мужскую школу – всех мальчиков. В идеале эти школы должны были стать образцовыми с отдельными учебными зданиями, со всем необходимым оборудованием и лабораториями согласно специфике учебного заведения. Однако из-за ограниченности в помещениях многие крупные школы Казани не имели возможности организовать учебные кабинеты (№ 10, 32, 9, 74, 59, 88, 3, 109, 110 и другие). И лишь отдельные руководители школ в начале 50-х годов (№ 24, 11, 85, 33, 39, 81, 2, 15, 3, 98 и др.) смогли создать в своих школах и хорошо оборудовать кабинеты физики, химии, биологии [4].

Тяжелая экономическая ситуация и разруха в стране не способствовали внедрению раздельного обучения молодежи. Страна и власть были не готовы решать проблемы. Это отчетливо видно в многочисленных докладных записках руководству СНК ТАССР, как со стороны Казанского отдела народного образования, так и народного комиссариата просвещения ТАССР. Так, в 1944 году из 86 школ города Казани только 27 работали в собственных зданиях. Значительная часть школьных зданий использовалась под различные цели. Ученикам средних и неполных средних школ приходилось заниматься в помещениях начальных школ в крайне стесненных условиях. В отдельных районах г. Казани (Дзержинский район) даже не было мужских школ. Позднее (1945 г.) семилетняя школа № 78 данного района станет мужской, которая в свою очередь в 1952 году будет преобразована в среднюю. Во многих школах помещения были заняты другими организациями. Так, например, в мужской средней школе № 2 Сталинского района размещался штаб МПВО (Местная противовоздушная оборона), занявший 4 классных комнаты, актовый зал, пионерскую комнату, учительскую, канцелярию, кабинет директора. В другой половине располагалась районная детская столовая. В результате из 28 классов средней мужской школы № 2 на образовательный процесс было отведено всего 10 классных комнат. Такая же ситуация, ввиду отсутствия помещений, присутствовала и в женской татарской школе № 59, которая была вынуждена временно ютиться в здании мужской школы № 49. А передача воинской части здания школы № 28 вынуждала учащихся мальчиков, живущих на городской окраине, не имея школы в своем районе, заниматься в школе № 19 [5]. И таких примеров было множество. В период стремительной реорганизации школы, нередки были случаи, когда вновь созданные школы, мужская и женская, вдруг оказывались размещенными в одном здании. Все это делало не только невозможным осуществление раздельного обучения, но и подразумевало необходимость введения 3-й смены обучения. В этих условиях для реализации правительственного постановления о раздельном обучении, было необходимым незамедлительное вмешательство партийных и советских организаций в вопрос передачи зданий школам, о котором постоянно просил Казанский городской отдел народного образования. Проблема нехватки школьных зданий и наличия трехсменных занятий решалась очень тяжело. Отчеты Министерства просвещения указывают на их несостоятельность в данном вопросе. Так, в 1952/1953 учебном году в 8 школах было 3-сменное обучение, 8 школьных зданий были заняты не по назначению, а в 25 школах проживали частные. В 1953/1954 учебном году 11 школ и 1617 учащихся занимались в третью смену [6]. Даже введение с 1954/1955 учебного года совместного обучения не решило вопроса ликвидации трехсменных занятий, которая была напрямую связана с возращением школьных зданий и строительством новых школ.

Учитывая персональную ответственность за невыполнение постановления о раздельном обучении, отдельные управления, в ведомстве которых находились школы, также пытались разрешить эту ситуацию. Так, например Управление Казанской железной дороги с целью охвата детей железнодорожников просило Народный комиссариат просвещения о передаче школы № 3 (Молотовского района) и женской средней школы № 85 в их ведение [7]. В свою очередь представители Наркомпроса видели возникшие трудности в работе Управления железной дороги в связи с введением раздельного обучения и считали передачу Управлению железной дороги единственной средней школы в этом районе фактическим сокращением функции местного отдела народного образования. Единственным выходом, как и во всем СССР, был возврат школьных зданий. В данном случае это касалось возврата железнодорожной школы № 1 (располагался госпиталь), который позволил бы обеспечить 100% охват школой всех детей обоего пола. Администрации отдельных школ писали в вышестоящие органы о невозможности быстрого введения раздельного обучения. Одно из таких писем за подписью директора школы, ректора сельхозинститута и заместителя командира полка военной части затрагивало школу № 97 Свердловского района, которая располагалась на территории Фермы-2. Они пытались оспорить решение Казанского городского отдела образования о закрытии 8 и 9 классов смешанного типа, считая его неправильным и не учитывающим специфику школы и месторасположение школы от города [8]. Их просьбы были услышаны и удовлетворены, данная школа продолжила совместное обучение детей.

Нужно отметить, что к 1949 году практически во всех средних школах города Казани было введено раздельное обучение. Так, согласно выписке о средних школах ТАССР (приложение № 3 к Постановлению Совета Министров РСФСР от 21 января 1949 года № 58) было 12 мужских школ (№ 2, 4, 6, 10, 12, 19 им. Белинского, 24, 28, 49, 94, 101), 17 женских школ (№ 3, 11, 15, 20, 32, 37, 39, 68, 69, 80, 81, 83, 85, 88, 89, 90, 98) и одна смешанная № 97. Таким образом, из общего числа средних школ города Казани мужские школы составляли 36%, женские 51% и смешанные 3%.

В начале 1950-х годов было продолжено осуществление всеобщего обязательного семилетнего обучения детей, которая была приостановлена в связи с Великой Отечественной войной. В целях повсеместного осуществления всеобщего обязательного обучения, расширения среднего образования и приближения семилетних и средних школ к местожительству учащихся была осуществлена реорганизация школ. В итоге с 1 сентября 1951 года начальные школы № 107, 73, 77, 44 (Постановление Совета Министров ТАССР от 10.08.1951 г. № 591) стали семилетними. А семилетние школы № 103, 84 и 17 преобразованы в средние (Постановлению 10.08 1951 г. № 591). В них также осуществлялось раздельное обучение. Процессы реорганизации школ продолжились и в последующие годы. Согласно Постановления Совета Министров ТАССР (15.08.1952 г. № 631) с начала 1952/53 учебного года произошли следующие изменении сети школ г. Казани. Начальные школы № 105 (изначально по проекту планировалась как смешанная), 71, 63, 104 (изначально планировалась смешанной) стали семилетними мужскими школами. Также с 1 сентября 1952 года семилетние школы № 33, 74, 78, 112, 110 реорганизовались в средние школы. Кроме того, были построены две новые школы в Ленинском районе, в которых разместились женские школы № 37 и № 99 (каждая по 960 мест). Их комплектация производилась за счет учащихся других женских школ, в которых осуществлялись трехсменные занятия.

Учитывая недостаточность школьных зданий и отдаленность части вновь организуемых семилетних и средних школ от соответствующих мужских и женских школ города, разрешалось совместное обучение мальчиков и девочек в трех новообразованных семилетних школах (№ 75, 38, 40) и в двух семилетних реорганизованных средних школах (№ 74, 110), при этом смешанное обучение в семилетних школах № 75 и № 38 разрешалось только на 1952/1953 учебный год [9]. Как видим, такие послабления были связаны с отдаленностью школы от города. Например, школа № 74 Кировского района, находилась на расстоянии 10 км от города (ст. Аракчино) и единственным сообщением с городом были пригородные поезда. Транспортные затруднения являлись причиной прекращения учащимися посещения средних городских школ. Школа № 110 Молотовского района обслуживала детей рабочих завода и близлежащих поселков, также ввиду отдаленности от других школ (район Компрессорного завода, 5–7 км от города) была реорганизована в смешанную среднюю школу. Нужно отметить, что в 1953 году Управление школ города Казани предлагало предоставить через Совет Министров ТАССР в Совет Министров РСФСР специальную докладную записку

о признаках нарушения принципа раздельного обучения в городе Казани и просить утверждения средних школ № 1, № 18, 27, 54 и 113 города Казани с совместным обучением мальчиков и девочек. Постепенное увеличение контингента учащихся создавало проблемы в обеспечении раздельного обучения и приводило к дальнейшей перегрузке помещений. Из-за недостатка помещений отсутствовали учебные кабинеты, спортивные залы превращались в классные кабинеты, а наполняемость классов в отдельных школах доходила до 50 человек и более (школа № 90, 52, 2 и др.). Основная причина реорганизации и открытия новых средних школ – это значительный рост контингента учащихся в 8–10 классах 1952/1953 учебном году по сравнению с 1951/1952 учебным годом, а именно: количество 8–10 классов увеличивалось на 107 классов, а контингент учащихся в них на 2533 человека. В результате сеть средних школ в 1952/1953 году увеличивается на 7 школ по сравнению с предыдущим годом. Так например, школа № 33 Бауманского района реорганизовывалась из семилетней в среднюю школу в связи с тем, что контингент учащихся 8–10 классов по этому району увеличивался на 521 учащегося. Существующее средние женские школы № 39, 11 и 83 при условии занятий в две смены не могли вместить нового приема в 8-й класс из-за перегруженности классов. Контингент учащихся 8–10 классов Ленинского района в 1952/1953 учебном год увеличивался на 818 учащихся и возникала необходимость реорганизации семилетней школы № 112. Таким образом, реорганизация семилетних школ в средние была напрямую связана с увеличением контингента учащихся 8–10 классов в городе Казани.

Дополнительно к вышеуказанным школам с 1 сентября 1953 года Совет Министров РСФСР (6.08.1953 г. № 4169-р) предоставил совету министров Татарской АССР право преобразовать семилетние мужские школы № 9, 27, 36, 50, 60, 109 и женские школы № 35, 54 в средние школы.

Необходимо отметить, что заявленных в «Постановлении о введении раздельного обучения» в 1943 году изменений методов и принципов обучения в раздельных школах не произошло, занятия проводились без учёта индивидуальных половых различий. Содержание школьного обучения практически не изменилось, соответствовало «ранее существующим учебным планам и программам», кроме введения в V классе раздельных занятий по начальной военной и допризывной подготовке учащихся, а также педагогики, стенографии, которая часто заменялась рукоделием для девочек [10]. Очевидцы также подчеркивают отсутствие кардинальных изменений в учебном процессе: «…учеба в школе проходила в обычном порядке. Если не считать того, что с пятого класса ввели дисциплину по военной подготовке. Каждый класс считался взводом из трех отделений. Уже в пятом классе мы могли быстро разобрать и собрать мелкокалиберную винтовку и трехлинейку. Нас учили стрелять, штыковому бою, тактике. Каждый год вместе со всеми экзаменами мы сдавали и военное дело» [11]. Однако введение раздельного обучения оказало положительное влияние на качество учебно-воспитательной работы. Сравнительно высокую успеваемость учащихся показывали мужские школы (№ 6, 60, 9, 10, 50, 8 и др.) и женские школы (№ 85, 112, 98, 21, 35 и др.). Кроме того, лучшие в республике показатели на экзаменах на аттестат зрелости по русскому языку (русский язык в нерусских школах) имела Казанская женская татарская школа № 80.

Цель воспитания в советской раздельной школе была единой и состояла в воспитании патриотизма. Проблема воспитания являлась одной из самых важных. Однако регламентация поступков мальчиков и девочек, закреплённая в «Правилах для учащихся», особых результатов не дала. Классы оказались сильно перегружены, усложнилась задача поддержания необходимой дисциплины в школах, особенно среди мальчиков и юношей. Состояние воспитательной работы в школах продолжало оставаться неудовлетворительным. Особенно плохо была поставлена работа в некоторых мужских классах. Например отдельные учащиеся 8–10 классов школ Свердловского, Московского, Молотовского и Бауманского районов г. Казани совершили моральные поступки и встали на путь уличных преступлений.

Эксперимент с раздельным обучением продлился недолго, непонимание со стороны родителей, формальность в содержании образования, трудное финансовое положение страны, не позволяющее развивать сеть школ, стали причиной отмены раздельного обучения. В июле 1954 г. вышло постановление Совета министров СССР «О введении совместного обучения в школах Москвы, Ленинграда и других городов». Таким образом, начиная с 1954/1955 учебного года все школы г. Казани вновь перешли на совместное обучение. Как видим, несмотря на неподходящее время для перехода к раздельному обучению органы образования Казани предпри-

нимали большие усилия для выполнения постановления о раздельном обучении. Лишь школы, отдаленные от черты города, оставались школами смешанного типа. Из 89 школ (36 семилетние, 53 средние) г. Казани в 1953/1954 учебном году около 95% школ имели раздельную форму обучения. Несмотря на все сложности, успеваемость учащихся в раздельных школах была несколько выше, чем в совместных. В целях осуществления совместного обучения школами города перед началом года была проведена большая работа по перемещению значительного контингента детей. Во всех районах города были пересмотрены и уточнены школьные микрорайоны, проводился переучет детей и велась широкая разъяснительная работа среди населения по вопросу введения совместного обучения. Это был последний эксперимент в области раздельного образования в СССР, больше к этому вопросу советская педагогика не обращалась.

Список литературы

1. Гончарова Г.Д. Период раздельного обучения в СССР в 1943–1945 гг. и его отражение в литературе и кинематографе / Г.Д. Гончарова. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013. – 28 с.

2. Пыжиков А.В. Раздельное обучение в советской школе // Педагогика школьная [Электронный ресурс]. – URL: http://portalus.ru/modules/shkola/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1193232434&archive=1196815145&start_from=&ucat=& (дата обращения 7.12.2017).

3. Национальный архив Республики Татарстан (НА РТ). Ф.Р.3682. Оп.1. Д.3107, л.44, л.48.

4. НА РТ. Ф.Р.3682. Оп.2. Д.230, л.18.

5. НА РТ. Ф.Р.3682. Оп.1. Д.3238, л.7.

6. НА РТ. Ф.Р.3682. Оп.2. Д.332, л.15.

7. НА РТ. Ф.Р.3682. Оп.1. Д.3106, л.51.

8. НА РТ. Ф.Р.3682. Оп.1. Д.3106, л.67.

9. НА РТ. Ф.Р.3682. Оп.2. Д.233, л.87.

10. Преснякова Л.Ю. Раздельное обучение в общеобразовательных учебных заведениях Среднего Поволжья (60-е годы XIX – 50-е годы XX веков): автореф. дис. … канд. пед. наук. – Пенза, 2010. – 17 с.

11. Бреднев В.М. Украденное детство / Казанские ведомости [Электронный ресурс]. – URL: kazved.ru/article/22371.aspx (дата обращения: 07.12.2017).

УДК 811.161.1

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОНЦЕПТА «ПАТРИОТ» В РУССКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ СОЗНАНИИ НА МАТЕРИАЛЕ ЦЕПОЧЕЧНОГО И СВОБОДНОГО АССОЦИАТИВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Сырова Н.С., Ивченко Е.В., Добрякова В.Л.

ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: Nadin.syrova@yandex.ru

В данной статье рассматривается семантическая составляющая концепта «патриот» в современном национальном сознании, выявляемая на основе результатов цепочечного и свободного ассоциативных экспериментов, анализ которых помогает определить то, как экстралингвистические факторы влияют на формирование периферии и ядра концепта. В процессе работы было задействовано 539 употреблений выбранного концепта из публицистического корпуса русского языка для сравнения контекстуального значения и спонтанного восприятия данной лексемы респондентами разных социальных и возрастных групп. Представленная лексема была выбрана не случайно, так как в последнее время социологи наблюдают в России подъем национального самосознания, а значит, патриотизм возвращает себе былую значимость и данная лексема отражает базовые ценности социума. Актуальность работы обусловлена современными политико-социальными проблемами общества, связанными с гражданским самоопределением индивидуумов. Цель и предмет данной работы формируют её задачу как определение лексического наполнения выбранного концепта гражданами России на основе своего субъективного восприятия. Также существует необходимость определения лексического наполнения концепта «патриот», так как с течением времени в большинстве случаев происходит подмена содержания понятий, поэтому для трактовки многих событий в жизни необходимо обладать чётким представлением о том, что есть для общества то или иное слово.

Ключевые слова: концепт «патриот», ассоциативный эксперимент, ближняя периферия, крайняя периферия, дальняя периферия

THE SEMANTICAL COMPONENT OF THE CONCEPT «PATRIOT» IN RUSSIAN NATIONAL CONSCIOUSNESS ON THE MATERIAL OF THE CHAIN AND FREE ASSOCIATION EXPERIMENTS

Syrova N.S., Ivchenko E.V., Dobryakova V.L.

Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Nizhny Novgorod, e-mail: Nadin.syrova@yandex.ru

In this article we consider the semantical component of the concept «patriot» in modern national consciousness detected on the basis of the results of the chain and free association experiments, which analysis helps to determine how extra-linguistic factors influence on the formation of periphery and nucleus of the concept. In the research process 539 usages of the concept «patriot» from Russian publicistic corpus were used to compare contextual meaning and spontaneous perception of this lexeme by respondents of different social and age groups. The presented lexeme was chosen not accidently, because recently sociologists have observed in Russia the rise of national self-consciousness, and therefore, patriotism regains its former significance, and this lexeme expresses the basic values of society. The relevance of the research is caused by current political and social problems of society connected with civil self-determination of individuals. The aim and the subject of this research form its task as determination of the lexical content of the chosen concept by citizens of Russia with their subjective perception. There is also a need to define the lexical content of the concept «patriot», as over time in most cases the content of concepts is being changed, so to understand many events in life it is necessary to have a clear idea what does one or another word mean for society.

Keywords: concept «patriot», association experiment, close periphery, extreme periphery, far periphery

Во времена эпохи Возрождения культура и наука становятся антропоцентричными: человек – центр восприятия событий, поэтому Человек по праву считается создателем и интерпретатором языковой картины мира. Он находится в её центре и к нему, посредством его физической и духовной деятельности, стягиваются все языковые явления, которые образуют языковую картину мира [1], которую продуцирует индивид после внутренней обработки полученных данных извне. Описание языковой картины мира является одним из самых актуальных направлений современной лингвистической науки. Это связано с задачами успешной межкультурной коммуникации [2], направленными на взаимодействие с другими культурно-этническими группами людей. Успешным осуществлением речевого акта в процессе коммуникации считается целостность коммуникативной цепочки от коммуникативной интенции адресанта, которую он закодировал в вербальной или невербальной форме, до содержания, понятого адресатом, и соответствующей обратной связи. Существует несколько условий

межкультурной коммуникации, среди них выделяются:

– коммуникативная интенция;

– стремление воспринять культурные различия;

– желание взаимодействовать с представителями других культур;

– пренебрежение стереотипами;

– выбор вербальных и невербальных кодов, верно интерпретируемых в контексте другой культуры;

– владение набором коммуникативных средств и др. [3].

Определить концептуальное содержание и его место в системе культурных ценностей языкового коллектива возможно благодаря использованию методики ассоциативного эксперимента [4]. Ассоциации – это связь между объектами и явлениями, основанные на субъективном опыте человека при столкновении словарного значения лексемы с личным восприятием и «народным опытом». На основе данного определения можно выделить связь ассоциаций с другим понятием, именуемым в лингвистике как концепт. Если отталкиваться от суждения Ю.С. Степанова о том, что концепт – это «сгусток культуры» в ментальном сознании человека [5], то становится очевидно, что ассоциации являются непосредственным продуктом концептов, заложенных в сознании индивидуума. Существуют разные подходы к трактовке понятия «концепт». Основные из них:

– психологический подход;

– логический подход;

– философский подход;

– интегративный подход;

– лингвокогнитивный подход [6].

В своей работе мы опирались на логический подход, связанный с восприятием концепта как понятия бытовой философии, возникающего при взаимодействии таких элементов, как национальная традиция и фольклор, религия и идеология, жизненный опыт и образы искусства, ощущения в системе ценностей. Концепты образуют культурный слой, являющийся буфером «обмена информации» между человеком и миром.

При выборе концепта для нашей работы мы опирались на принцип универсальности, при котором выбранная лексема присутствует в обиходе других языков и принцип внесубкультурности, при котором термин не «размывается» (или по крайней мере критически не «размывается») при помещении его в иную культурно-социальную среду. Универсальность и внесубкультурность предполагают выбор термина с «историей», т.е. не новообразования, мало или плохо освоенного в языке носителями, а обыденного, распространённого понятия, при восприятии которого не возникает «коммуникативный коллапс», но при этом мы не отрицаем возможности разнения идентификации его в сознании теми или иными социальными слоями.

Актуальная для представленной работы лексема «патриот» – это пример неоднозначно оцениваемого современным обществом понятия. В последнее время социологи наблюдают в России подъем национального самосознания, а значит, патриотизм возвращает себе былую значимость. Для того, чтобы подтвердить это, мы используем ассоциативный эксперимент как полезный источник информации, который показывает, насколько актуализован тот или иной лексико-семантический вариант одного и того же слова в той или иной социальной группе людей [7].

Для получения достоверных результатов исследования были проведены ассоциативные эксперименты двух типов – цепочечный и свободный.

В рамках цепочечного ассоциативного эксперимента было получено по 5 реакций-ответов (слово, словосочетание) испытуемых на предложенное слово – стимул «патриот». В ходе свободного ассоциативного эксперимента мы получили первую произвольную реакцию на стимул.

Всего в цепочечном ассоциативном эксперименте приняли участие 107 человек разного пола в возрасте от 16 до 58 лет. Основной пласт реципиентов – это люди со средним и неоконченным высшим образованием, которым предлагалось назвать по 5 ассоциаций (слов, словосочетаний) на стимул «патриот».

В свободном же ассоциативном эксперименте участие приняли 115 человек в возрасте от 14 лет до 65 лет, в основном с техническим образованием.

Анализ результатов указанных экспериментов выявил следующие совпадения: испытуемые обеих групп дали примерно одни и те же реакции.

Полученные в ходе эксперимента ассоциации были распределены по следующим тематическим группам:

1. «**Родина»** : Родина 53, Отечество 14, страна 13, любовь к Родине 6, любит Родину 5/ любит свою Родину 4, любящий свою страну 3, любящий 3, дом 3, любящий Родину 2, человек любящий свою Родину 2, гражданин своей страны 2, готов отдать жизнь за страну, уважает ценности страны, желает добра и благополучия стране, любящий язык / культуру / историю, фанатичный человек, любовь к стране, готовый к полезной деятельности, гордящийся своей Роди-

ной, знающий историю своей Родины, верный Родине, душа за Родину болит, готовый пожертвовать, большое сердце, защищает страну, великий человек, хороший человек, гордится своей страной, ставит свою страну выше других стран, любящий только свою страну, подвиг во имя интересов Родины, мать / мама, который уважает свою историю, гордится своей страной, уважает государство, готов к труду и обороне, защищать Родину; отчизна 5.

Данная группа отражает общность восприятия концепта «патриот» и его словарного толкования. Оценка, данная респондентами цепочечного и ассоциативного экспериментов, положительно коннотирована.

2. «**Вооруженные силы и военные действия**». В данную группу относятся ассоциации герой 17, защитник 13, ветеран 3, военный 3, солдат 10, офицер, партизан с оружием, война 7, армия 6, самолет 4, система ПВО 3, подвиг 2, защита 5, танк 2, звездочка / звезда, День Победы, Красная армия, Победа, военная служба, Ворошиловский стрелок, вооруженные силы, борец своей страны, народное ополчение; украинский сепаратизм периода гражданской войны (немцы – белые – Петлюра).

3. «Положительные качества личности». Об этом свидетельствуют следующие реакции: честь 10, гордость 6, гордый 2, мужество 7, мужественный 3, мужественность, уважение 7, долг 6, преданность 5, слава, храбрость, стойкий, смелость, патриотизм, отвага, проявить себя в чем-то, быть готовым ко всему, любовь 9, сильный 3, сила 3, душа 3, верность 3, верный, совесть 3, честный 2, ответственный 2, ответственность, могущество, помощь, страсть, радость, искренность, искренний, дух, устойчивость, стремление, жить, духовность, умный, добрый, смелость, молодец, надежность, важность, порядок, вежливый, добролюбие, надежда, вера, неравнодушный, любить, благородство.

4. «Характеристики и квалификации человека». Это такие реакции, как гражданин 17, человек 17, мужчина 9, мужик 2, русский 3, я 2, родители 2, любовник 2, коллектив 2, Константин Кинчев, народ, все, иностранец, хитрый политик, россиянин, женщина, бабник, родные, Мел Гибсон, человечество, соотечественник. Самой популярной реакцией этой группы является номинация «гражданин». Значит, в представлении носителей русского языка истинным гражданином своей страны является патриот.

5. «Государство». Россия 21, флаг 4, красный 3, СССР 3, гимн 2, союз, имперский флаг, корни, герб, гражданство, государство, Советский Союз, история.

Самая частотная реакция этой группы – Россия. Это характерный результат. В наше дни все чаще говорят о сплочении нации и усилении патриотических настроений в обществе. Граждане страны все чаще с гордостью называют себя патриотами.

Другие реакции этой группы – обозначения атрибутов и символов государства – гимн, герб, флаг и др.

6. «Негативные качества личности». Жесткость, глупость, глупый, старость, идиот, расизм, фанатизм. Надо сказать, что подобные реакции гораздо менее частотны, нежели реакции, связанные с позитивными качествами.

7. «Природные явления». Свидетельствуют о том, что патриот, в представлении опрашиваемых, близок к природе родного края**.** Среди таких реакций слова: природа, березы, поля, земля.

8. «Опредмеченное понятие». У некоторых респондентов слово патриот вызывало совсем другие, более конкретные реакции. Это слова автомобильной тематики (машина/ название машины 6, УАЗ 5, автомобиль 3, ВАЗ) и номинации тематики футбольной: футбольная команда, Англия, мяч. И те и другие связаны со словом патриот как именем собственным – это обозначение мощного, современного внедорожника УАЗ и футбольной команды («Патриот» г. Москвы и New England Patriots американского города Фоксборо, штат Массачусетс).

9. «Прочие ассоциации». Это: Америка 2, граждановедение, школа, безвозмездно, ностальгия, паприка, грудь, старая закалка, раньше была, настоящий и ложный патриотизм, музыка, берца, мода, несколько, кашалот, обязанность, антиглобализм, ассоциация, редкость, отдает, принципы.

Среди данных единичных ассоциаций есть такие, которые относят понятие «патриот» в прошлое: старая закалка, ностальгия, раньше была.

Проведенный анализ результатов ассоциативных экспериментов помог определить то, как экстралингвистические факторы влияют на формирование периферии и ядра концепта [8]. Список полученных ассоциаций позволяет выделить и ранжировать когнитивные признаки концепта «патриот». Структура этого концепта включает в себя следующие составляющие. В **ядре концепта** оказываются такие признаки, как Родина (53), Россия (21). В **ближнюю периферию** (142) вошли следующие признаки: *гражданин 17, герой 17, человек 17, Отечество 14, страна 13 и др., а* в **дальней периферии** (160) – *уважение 7, война 7, армия 6, долг 6, любовь к Родине 6, отчизна 5, любит Родину 5/ любит свою Родину 4, защита 5, предан-*

ность 5, флаг 4, любящий свою страну 3,любящий 3, дом 3, ветеран 3, душа 3, совесть 3, военный 3, русский 3, я 2, родители 2, подвиг 2, гимн 2, честный 2, жизнь 2, мышление 2, патриот 2, любящий Родину 2,человек любящий свою Родину 2, коллектив 2, гражданин своей страны 2; в **крайней периферии** это: *готов отдать жизнь за страну, природа, уважает ценности страны, союз, желает добра и благополучия стране, могущество, храбрость, березы, народ, стойкий, Советский Союз, история, любовь к стране, помощь, День Победы, добрый, поля, офицер, старая закалка, душа за Родину болит, духовность, россиянин, государство, защищать Родину, военная служба, искренность большое сердце, музыка, мода, великий человек, хороший человек, гордится своей страной, патриотизм, надежность, отвага, мир, родные, мать / мама, надежда, вера.*

В ближнюю периферию входят признаки, характеризующие патриота как Человека своей страны, трепетно любящего и защищающего свое Отечество, не щадя своей жизни. В дальнюю и крайнюю периферию входят смысловые компоненты концепта, с разных сторон характеризующие патриота: это человек, наделенный такими качествами, как честь, мужество, смелость, ум, доброта, обладающий трепетным отношением к своей стране, к природе родного края, человек с широкой душой и другими позитивными качествам. Это военный, выполняющий свой гражданский долг или просто гражданин своей страны.

Обратим внимание на некоторые из ассоциаций:

● Ряд ассоциаций связан с военным прошлым нашей страны – временем, когда патриоты спасали свою родину (9 мая, ветеран, война).

● Ассоциация «УАЗ» возникает очень часто в современном сознании людей, так как связана с названием машины – УАЗ Патриот – это мощный, современный внедорожник.

● Ассоциативный эксперимент проводился в Нижнем Новгороде, поэтому ассоциация «*Нижнего*» имеет место быть, она очевидна. Некоторые респонденты считают место, где они выросли и живут, малой родиной и называют себя патриотами этой родины, в данном случае Нижнего Новгорода.

● Ассоциация «*нашист*» вызывает особый интерес. Так называют приверженцев молодежного движения «Наши», а также участников всех проправительственных организаций. Слово имеет негативную коннотацию из-за фонетического сходства со словами «нацист», «фашист».

● Также в ответах опрашиваемых есть такая негативная реакция, как «*идиот*». Данная реакция, скорее всего, возникает на базе восприятия обывателем современной действительности: «патриот» – «идиот».

● Некоторые ассоциации соотносят понятие «патриот» с прошлым: пионер, дедушка.

Также нужно отметить, что четверо респондентов не смогли подобрать ассоциацию на предложенное слово – стимул.

Заметим, что реакция «Родина», которая входит в ядро концепта «патриот, и наиболее многочисленная группа ассоциаций, связанных с темой Родины, отражают основное словарное значение данного концепта: «*Тот, кто любит свое отечество, предан своему народу, готов на жертвы и подвиги во имя интересов своей Родины»* [9]. Также имеют место быть значения, похожие на те, которые были проанализированы на материале «Национального корпуса русского языка»: патриот как гражданин своей страны; тема вооруженных сил и военных действий; негативные качества и проявления, связанные с понятием патриот [10].

Как и предполагалось ранее, многие когнитивные признаки концепта, выделенные нами в результате анализа публицистических текстов «Национального корпуса русского языка» и анализа данных проведенных ассоциативных экспериментов, в основном совпадают. Можно сделать вывод, что для большинства носителей языка патриот – это человек, любящий свою родину, россиянин, гражданин своей страны. Патриот – тот, кто спасал свою родину в годы войны, и тот, кто готов защитить ее сегодня.

Список литературы

1. Апресян Ю.Д. Образ человека по данным языка: попытка системного описания / Ю.Д. Апресян // Вопросы языкознания. – 1995. – № 1. – С. 37–67.

2. Попова З.Д. Язык и национальная картина мира / З.Д. Попова, И.А. Стернин. – Воронеж: Истоки, 2007. – 61 с.

3. Основы теории межкультурной коммуникации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/rial/umr/Tab/Frik_OTMK.pdf (дата обращения: 17.10.2017).

4. Воркачев С.Г. Методологические основания лингвокопцетологии / С.Г. Воркачев // Теоретическая и прикладная лингвистика: Межвузовский сборник научных трудов Том. Выпуск 3. Аспекты метакоммуникативной деятельности. – Воронеж: Издательство ВГУ, 2002. – С.79–95.

5. Степанов Ю.С. Концепты. Тонкая пленка цивилизации. – М.: Языки славянских культур, 2007. – 248 с.

6. Кошкина Е.Г. Понятие и сущность концепта как многомерного смыслового образования в коллективном сознании // В кн.: Язык и коммуникация в контексте культуры: материалы IV международной научно–практической конференции, 23–24 июня 2009 г. // Науч. ред.: Л. Костикова, С. Лобанов. – Рязань: Рязанский государственный педагогический университет им. С.А. Есенина, 2009. – С. 100–108.

7. Краткий словарь когнитивных терминов / Под ред. Е.С. Кубряковой. – М., 1997. – С. 90.

8. Герасимова М.Н. Ассоциативный эксперимент как инструмент выявления семантического поля концепта // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2017. – № 4. – С.53–57.

9. Толковый словарь Т.Ф. Ефремовой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vslovare.ru/slovo/tolkovjyij-slovar-efremovoij/patriot-m/490208 (дата обращения: 22.10.2017).

10. Национальный корпус русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ruscorpora.ru (дата обращения: 03.10.2017).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 636.2:546.4:519.87

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ CD НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

Епимахов В.Г.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», Обнинск, e-mail: epimakhov.vg@gmail.com

Проведен анализ литературы по изучению влияния тяжёлых металлов (ТМ) на организм животных и окружающую среду. Отмечается, что задача оценки воздействия ТМ на физиологическое состояние и продуктивность сельскохозяйственных животных, установления закономерностей поступления и накопления ТМ в организме является актуальной. Проведение токсикологических экспериментов в данном направлении отличается значительной степенью чрезвычайной трудоемкости и сложностью исследований. В качестве одного из решений предложена имитационная модель потребления крупным рогатым скотом кадмия (Cd) с рационом. Основной обмен рассматривается как комплексный показатель, отражающий степень влияния техногенного фактора. Для количественного учета потребляемого корма и поступления ТМ с рационом используется система оценки кормов по обменной энергии. Выполнена верификация модели.

Ключевые слова: кадмий (Cd), крупный рогатый скот, модель, рацион кормления, доминантные факторы, зависимость «доза – эффект»

TO THE QUESTION OF ASSESSING THE IMPACT OF CD ON THE PHYSIOLOGICAL STATE OF CATTLE, THE PRODUCTIVITY OF ANIMALS AND THE QUALITY OF PRODUCTS

Epimakhov V.G.

Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, e-mail: epimakhov.vg@gmail.com

An analysis of literature on the study of the effect of heavy metals (TM) on the animal organism and the environment was carried out. It is noted that the task of assessing the effect of TM on the physiological state and productivity of agricultural animals, establishing the patterns of intake and accumulation of TM in the body is relevant. The conduct of toxicological experiments in this direction differs significantly from the extreme laboriousness and complexity of the studies. As one of the solutions, a simulation model of cadmium cattle (Cd) consumption with ration has been proposed. The main exchange is considered as a complex indicator, reflecting the degree of influence of the technogenic factor. To quantify the amount of food consumed and TM with the diet, a system for estimating the fodder for metabolic energy is used. The model was verified.

Keywords: Cadmium (Cd), cattle, model, feeding diet, dominant factors, dependence «dose – effect»

В современном мире задаче производства экологически «чистой» животноводческой продукции уделяется пристальное внимание. В развитых промышленных районах концентрация тяжелых металлов, пестицидов, бытовых отходов в земле, воде, воздушном бассейне, кормах многократно превышает допустимые уровни [1, 3, 5, 8, 28]. Хроническое воздействие химических факторов различной природы приводит к клинически выраженным изменениям обмена веществ и энергии в организме животных. Эти проявления в значительной степени оказывают воздействие на уровень продуктивности животных, воспроизводительную способность и биологическую ценность животноводческой продукции [4, 7, 11].

Из большого количества чужеродных химических веществ ТМ играют особую роль [10, 19, 20, 22]. При потреблении с кормом и поступлении в организм, они могут вызывать тяжелейшие заболевания. Но главная их опасность заключается в том, что даже при незначительных количествах содержания в кормах тяжёлые металлы накапливаются и их концентрация в органах, тканях и производимой продукции может достигать токсических уровней [5, 7, 9–12, 15, 16, 21, 23, 28]. В связи с этими обстоятельствами задача оценки влияния тяжёлых металлов на организм животных представляет определенный научный интерес.

Проведенный обзор литературы показал разрозненный характер проведенных исследований. В рассмотренных работах основное внимание уделяется проблеме накопления и переходу ТМ в животноводческую продукцию (молоко, мясо). Практически отсутствуют функциональные оценки воздействия тяжёлых металлов на организм сельскохозяйственных животных, а все известные оценки по своему содержанию

являются отражением условий проведения экспериментов. По причине чрезвычайной трудоемкости проведения токсикологических исследований мало накоплено экспериментальных данных о специфике поступления и накопления ТМ в организме, недостаточно внимания уделено механизмам действия на системы разного уровня биологической организации.

Вместе с тем анализ и обобщение результатов исследований предоставляет возможность выявить количественные взаимосвязи между уровнями поступления ТМ с рационом и общей ответной реакцией организма. О выраженности такой реакции принято судить по изменению интегральных показателей, которыми являются: превышение допустимого уровня (ДУ) концентрации ТМ в мясе, снижение привесов и удоев, гибель животных.

Цель исследования

Цель настоящей работы отражена в названии статьи и заключается в разработке и предложении подхода оценки влияния Cd на организм крупного рогатого скота.

В перечне самых опасных для окружающей среды тяжёлых металлов кадмий занимает лидирующее место. Из-за низкой скорости выведения Cd имеет тенденцию к накоплению в организме, может вызывать нарушения его физиологических функций, способствует возникновению злокачественных опухолей [2, 17, 27].

Неуклонный рост техногенной нагрузки приводит к повышению потребления кадмия с рационом из-за загрязнения им почвы, воды и воздуха. Главными причинами происхождения и распространения кадмия в окружающей среде являются рост производства, использование красителей, фосфатных и минеральных удобрений, сжигание твёрдых отходов, угля, бензина и др. В промышленных районах концентрация кадмия превышает установленные нормативы в десятки, а вблизи мощных источников выброса – в сотни и более раз [16, 30].

Содержание кадмия более 150 мг на 1 кг сухого вещества корма или 5 мг на кг живой массы в сутки считается небезопасным для домашних животных. При концентрациях кадмия в кормах, превышающих значение 5 мг/кг и накоплении его в печени и почках свыше 5–10 мг/кг, отравление неминуемо [27].

Материалы и методы исследования

Часть методики нашла отражение в работе [14] и касается вопросов моделирования потребления кадмия с рационом, его накопления и воздействия на организм крупного рогатого скота.

В настоящей статье основное внимание уделено возможности использования результатов моделирования в вопросе изучения оценки общей реакции организма на техногенный фактор.

Прежде необходимо отметить, что серьёзные проблемы, которые препятствуют и затрудняют получение объективных выводов, связаны с большой вариабельностью экспериментальных данных. Это обусловлено многофакторным характером реагирования организма на внешнее воздействие. Из общего множества факторов основными, модифицирующими общую ответную реакцию организма животных на поступление Cd с кормом, являются концентрация ТМ в рационе, длительность поступления с рационом, тип рациона, возрастная группа животных и др. [14]. Возможности модели позволяют оценить вклад этих доминантных факторов. Являясь стохастической, она отражает вероятностный характер образования и развития токсикологических эффектов, связанных с нарушением гомеостаза на фоне энергетического обмена с окружающей средой, биологической изменчивостью животных по живой массе и возрасту, их индивидуальной чувствительностью к действию ТМ, которая формируется на основе особенностей функционирования физиологических, биохимических, рецепторных и других систем организма.

Предполагается, что для каждого животного на данный момент существует своя конкретная индивидуальная доза Cd, которая генерирует наблюдаемый эффект. Соответственно, для группы животных из-за отличия индивидуальных доз данный эффект является величиной случайной, которая может быть описана нормальным или логарифмически нормальным законами распределения и имеет статистические характеристики: среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, их ошибок, доверительные интервалы и др.

В модели учитываются вариации концентрации Cd в потребляемом рационе, коэффициента абсорбции, возраста и живой массы животных, изменения других показателей, отражающих общую реакцию организма на действие ТМ. Рассматривается стохастический характер потребления корма.

Верификация модели показала достаточно высокое соответствие расчетных и эмпирических данных [14]. Это позволяет утверждать, что модель в целом отражает характеристики и свойства реальной системы потребления жвачными животными корма и поступления с ним кадмия. Для анализа и оценки воздействия ТМ вполне достаточно компьютерных возможностей организации и проведения численных экспериментов с целью получения новой информации о реагировании организма на техногенное воздействие, использования результатов моделирования для установления закономерностей формирования общей реакции в зависимости от изменения доминантных факторов. Неслучайно мировой опыт показывает, что имитационное моделирование играет важную роль в системах поддержки принятия решений, поскольку позволяет исследовать значительное количество альтернативных решений, рассматривать исход различных сценариев при изменении входных параметров [25, 29].

Для перехода к изучению оценки воздействия Cd с использованием модели необходимо выполнить планирование численных экспериментов, которое является отправной точкой исследований. Оно включает в себя определение перечня исследуемых параметров, задание условий выполнения численных экспериментов. Последующими шагами являются реализация

экспериментов путём моделирования, статистическая обработка полученных расчетных данных и на заключительном этапе – их обобщение и анализ.

Исследуемыми параметрами при осуществлении опытов на модели рассматривались интегральные показатели, отражающие общую реакцию организма на воздействие Cd: «превышение ДУ в мясе» (ДУ кадмия в мясе не более 0,05 мг/кг), «снижение продуктивности» и «гибель животных».

К описанию условий проведения экспериментов относятся следующие показатели:

– поголовье животных. Для каждого опыта численность установлена 100 голов. Несмотря на индивидуальную особенность реагирования животных, с ростом воздействующей дозы Cd будет и должна увеличиваться вероятность проявления изучаемого эффекта и, соответственно, расти количество особей, у которых развивается оцениваемый эффект. Такое количество поголовья вполне достаточно для изучения формирования дозовых зависимостей;

– исходные живая масса (кг) и возраст (мес.);

– содержание скота: рацион кормления (Мкал/кг сухого вещества), концентрация Cd в рационе (мг/кг сухого вещества) и длительность потребления кадмия с рационом (сутки). При моделировании во внимание принимались установленные эмпирическим путём для крупного рогатого скота эффективные концентрации Cd в рационе. В общем случае концентрация ТМ может варьировать в диапазоне от безопасных уровней до уровней, вызывающих гибель животных;

– продолжительность эксперимента: может варьировать до 180 суток. Соответствует средней продолжительности пастбищного периода.

Помимо интегральных показателей модель позволяет проводить сравнительный анализ характера изменений и других параметров, отражающих результат воздействия Cd при потреблении с рационом. Используется статистика, которая подразделяет показатели на абсолютные и относительные статистические величины, характеризующие, соответственно, абсолютную и относительную эффективность токсиканта.

Шаг моделирования по времени установлен равным одним суткам. Данный временной промежуток соответствует суточному циклу, в течение которого поддерживается баланс веществ и энергии в организме.

Величина потребления корма рассчитывается исходя из концентрации обменной энергии в сухом веществе рациона и потребностей животных в питательных веществах и энергии для обеспечения роста и нормального физиологического развития. В грубых, трудно перевариваемых, кормах концентрация энергии равна 1,6 Мкал обменной энергии на 1 кг сухого вещества. По мере увеличения перевариваемости рациона кормления и понижения клетчатки в нём концентрация энергии возрастает и для концентрированных кормов достигает 3,0–3,4 Мкал на 1 кг сухого вещества [24].

Для обеспечения достоверной статистической оценки результатов моделирования и повышения качества аналитических выводов каждый опыт имел десятикратную повторность.

Результаты исследования и их обсуждение

Ниже, в качестве примера, представлены описания ряда численных экспериментов и краткие результаты исследований.

Эксперимент № 1. Изучение влияния типа рациона на отклик организма по показателю «превышение допустимого уровня Cd в мясе».

Описание. Эксперимент проводился на 5 группах животных по 100 голов в каждой. Средний возраст равен 24 месяца. Средняя живая масса – 410 кг. Концентрация обменной энергии в кормах для каждой из опытных групп составляет 1,8; 2,0; 2,2; 2,4 и 2,6 Мкал на 1 кг сухого вещества. Концентрация кадмия везде одинаковая – 20 мг/кг сухого вещества. Длительность потребления Cd с рационом в течение 180 суток.

Цель: Установить вклад фактора «тип рациона» в формирование функции эффективности для животных данной возрастной группы по показателю «превышение санитарно-гигиенического норматива ТМ в мясе».

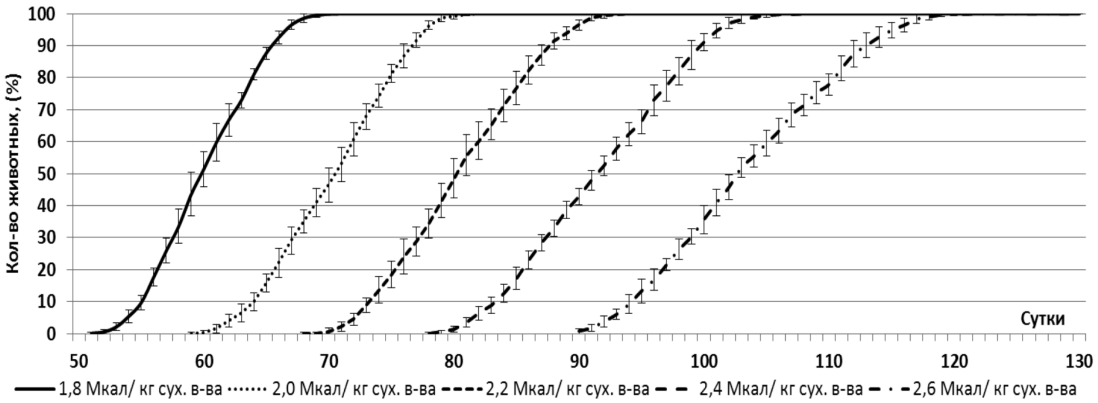


Рис. 1. Кривые «доза – эффект» по показателю «превышение ДУ в мясе» в зависимости от типа рациона

Результаты исследований. Результаты проведения численных экспериментов представлены на рис. 1. С увеличением перевариваемости кормов сроки превышения допустимого уровня концентрации Cd в мясе наступают позже. Кривая эффективности смещается вправо и становится более пологой.

Следующей фазой общей реакции организма на потребление Cd с рационом является снижение продуктивности животных [6].

Эксперимент № 2. Установление закономерностей формирования функции эффективности по показателю «снижение продуктивности» для различных возрастных групп скота.

Описание. Численность поголовья: 600 голов. Животные разделены на 6 возрастных групп, по 100 голов в каждой. Средний возраст животных: 6, 12, 18, 24, 30 и 36 месяцев. Живая масса соответствует возрастной группе и составляет в среднем: 190, 294, 364, 410, 440 и 460 кг. Рационы кормления по концентрации в них обменной энергии (2,2 Мкал/кг сухого вещества) совпадают и рассчитаны на удовлетворение потребностей на рост и нормальное физиологическое развитие. Длительность потребления Cd с рационом для всех опытных групп составляет 180 суток. Продолжительность эксперимента – 180 суток. Концентрация Cd в рационе: 600 мг/кг сухого вещества.

Цель: Изучить воздействие Cd при потреблении рационов с одинаковой концентрацией ТМ на животных различных возрастных групп по показателю «снижение продуктивности». Рассматривается величина «снижение суммарного привеса на 30 кг относительно контроля».

Результаты исследований. Графики представлены на рис. 2. Возраст является фактором, модифицирующим отклик организма на воздействие кадмия. Вместе с тем, наблюдаются отличия: взрослые животные по сравнению с растущими менее чувствительны к поступлению Cd с рационом и снижение продуктивности с возрастом замедляется. Кривые «доза – эффект» с возрастом смещаются вправо и становятся более пологими.

При потреблении в течение определенного промежутка времени корма с токсической концентрацией ТМ возможен смертельный исход, который трактуется как вариант, осуществляемый по принципу «да или нет». Обычно наблюдаемый эффект применяют для оценки степени токсичности ТМ, установления величины дозы (количества ТМ) или концентрации ТМ, вызывающей гибель 50 % животных.

В настоящей работе для изучения закономерностей формирования дозовых кривых по показателю «гибель животных» приняты в рассмотрение установленные эмпирическим путем эффективные концентрации Cd в рационе [31].

Эксперимент № 3. Оценка влияния концентрации Cd в рационе на организм по показателю «гибель животных»

Описание. Общее поголовье составляет 600 голов. Животные разделены на 6 групп, по 100 голов в каждой. Средний возраст равен 18 месяцев. Средняя живая масса – 364 кг. Рационы кормления соответствуют обеспечению нормального физиологического развития скота. Концентрация обменной энергии составляет 2,2 Мкал/кг сухого вещества. Концентрация Cd в рационах для каждой из опытных групп отличается: 1500, 1800, 2100, 2400, 2700 и 3000 мг/кг сухого вещества. Длительность потребления – 180 суток.

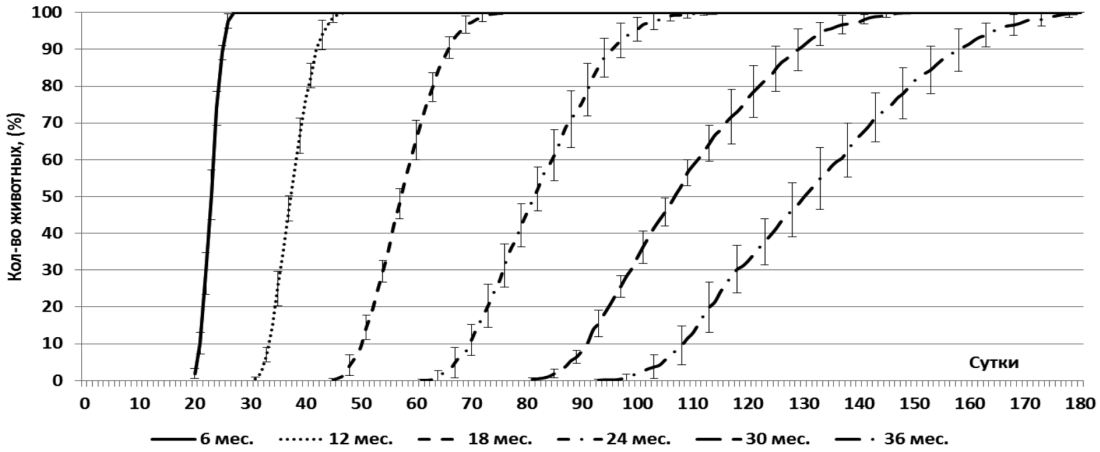


Рис. 2. Кривые «доза – эффект» для животных различных возрастных групп по показателю «снижение продуктивности»

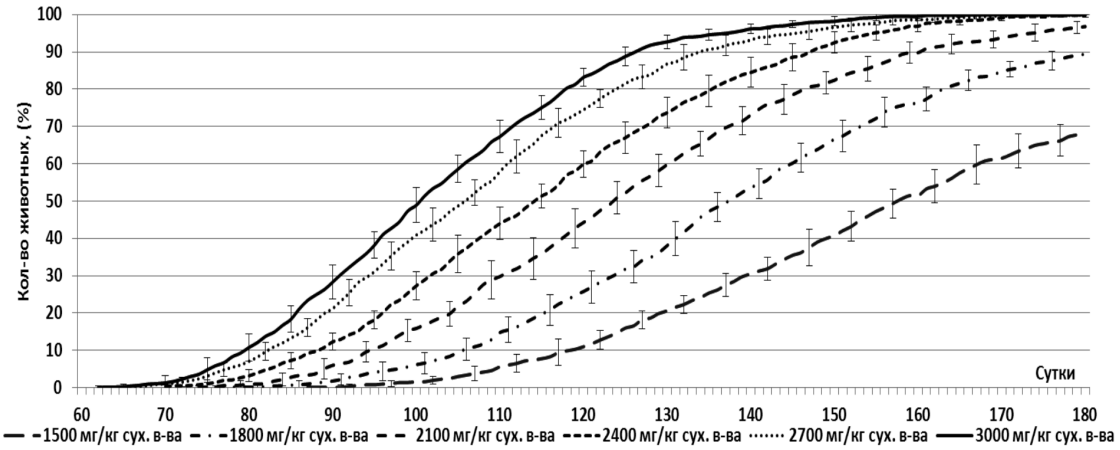


Рис. 3. Гибель животных при потреблении рационов с различной концентрацией Cd

Цель: Установить закономерности формирования кривых «доза – эффект» по показателю «гибель животных» в зависимости от концентрации Cd в рационе.

Результаты исследований. На рис. 3 показаны графики зависимости гибели крупного рогатого скота.

В токсикологии при проведении экспериментов с целью получения информации о степени токсичности химических веществ и их соединений, установления механизмов воздействия токсикантов на организм значительное внимание уделяется исследованию изолированных органов в искусственных условиях, моделирующих естественную среду. Анализ и обобщение накопленных сведений, полученных в этих опытах, дали возможность выдвинуть и сформулировать различные теории рецепторного действия токсикантов на клетку или орган. Это – оккупационная теория Кларка (1926), дополненная Ариенсом (1954), в дальнейшем, Стефенсоном (1956) и Фурхготтом (1964).

Наибольшее признание рецепторная концепция получила в процессе проведения исследований на моделях взаимодействия ксенобиотиков с селективными рецепторами эндогенных биорегуляторов (нейромедиаторов, гормонов и др.). Именно тогда были определены основные и сформулированы как базовые закономерности, лежащие в основе формирования зависимости «доза – эффект»:

– параллельный сдвиг кривой;

– снижение максимальных значений;

– параллельный сдвиг с одновременным снижением максимальных значений.

Вместе с тем попытки установить количественно взаимосвязь качественных характеристик первичной реакции и степени проявления эффекта со стороны целостного биологического объекта до сих пор остаются на уровне гипотез.

При выполнении данной работы основное внимание уделялось изучению воздействия Cd на физиологическое состояние крупного рогатого скота, продуктивность и качество продукции. Оценкой служило формирование дозовых зависимостей по интегральным показателям: «превышение ДУ в мясе», «снижение продуктивности» и конечная фаза общей реакции организма на техногенное воздействие – «гибель животных».

Обобщенная картина результатов исследований на модели показала, что варьирование факторов, модифицирующих воздействие Cd на организм жвачных животных при потреблении ТМ с рационом, приводит к различным возможным трансформациям зависимости «доза – эффект», которые в целом повторяют базовые закономерности, установленные для изолированных органов и тканей.

Результаты проведенных экспериментов на моделях по оценке вклада доминантных факторов в изменение общей реакции организма крупного рогатого скота на воздействие Cd при поступлении с рационом показали, что спектры проявлений токсического процесса определяются не только свойствами кадмия. Выраженность развивающегося эффекта является функцией количества действующего ТМ, т.е. его концентрацией в корме и длительностью потребления, типом рациона, зависит от возрастной группы животных.

Выводы

Отражением механизмов нарушения и последующего восстановления функционирования организма служат зависимости

«доза – эффект», которые содержат информацию о проявлениях индивидуальной чувствительности животных к уровню воздействия ТМ. В связи с этим в современных проектах токсикологических исследований и вопросах оценки вредного воздействия ТМ установление закономерностей формирования зависимости между дозой и эффектом имеет определяющее значение. Актуальность проблемы связана с производством сельскохозяйственной продукции, сохранением продуктивности, обеспечением роста и нормального физиологического развития животных.

Значимость настоящей работы заключается в принципиальной возможности использования имитационной модели потребления крупным рогатым скотом Cd с рационом для установления функциональных оценок воздействия ТМ на организм животных. Поскольку проведение численных экспериментов на модели определяется случайным характером процессов, это позволяет получить устойчивую статистику и создать обширную базу результатов опытов, достаточную для изучения природы формирования зависимости «доза – эффект», общих механизмов реагирования организма на техногенное воздействие.

Список литературы

1. Авакаянц Б.М. Отравление животных солями тяжелых металлов и мышьяка / Б.М. Авакаянц, Л.А. Попова, Т.И. Коток // Ветеринарный консультант. – 2006. – № 15. – С. 12–17.

2. Аргунов М.Н. Некоторые аспекты миграции кадмия в биологических системах / М.Н. Аргунов, Р.В. Сащенко, Р.Н. Гусеналиев // Мат. I-го съезда вет. фармакологов России. – Воронеж, 2007. – С. 95–98.

3. Ахметзянова Ф.К. Содержание тяжелых металлов в кормах и суточное поступление их в организм лактирующих коров / Ф.К. Ахметзянова // Ученые записки КГАВМ. – Казань, 2006. – Т. 188. – С.15–21.

4. Аюпова Р.С. Влияние природных соединений на процессы пищеварения у животных при отравлении их солями тяжелых металлов / Р.С. Аюпова, М.Х. Тарманбеков // Природные минералы на службе человека (Минеральная среда и жизнь). – 1999. – С. 175–177.

5. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции: учебное пособие / В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2006. – 351 с.

6. Гераськин С.А., Санжарова Н.И., Пименов Е.П., Мирзоев Э.Б., Анисимов В.С. Оценка устойчивости агроэкосистем к техногенному воздействию / В кн.: Проблемы радиологии и агроэкологии. – Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2012. – С. 150–156.

7. Гертман А.М. О незаразной патологии крупного рогатого скота при загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами / А.М. Гертман, К.Х. Папуниди // Сельскохозяйственная биология. Сер. Биология животных. – 2004. – № 4. – С. 86–89.

8. Гладков Е.А. Влияние комплексного воздействия тяжелых металлов на растения мегаполисов / Е.А. Гладков // Экология. – 2007. – № 1. – С. 71–74.

9. Давыдова С.Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С.Л. Давыдова, В.И. Тычасов. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.

10. Донник И.М. Оценка здоровья сельскохозяйственных животных при техногенном загрязнении среды / И.М. Донник, А.Г. Исаева // Агроэкологические проблемы сельхоз. производства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем. – Казань, 2002. – Ч. 2. – С.253–255.

11. Донник И.М. Динамика накопления тяжелых металлов у крупного рогатого скота / И.М. Донник, И.А. Шкуратова // Ветеринария. – 2008. – № 4. – С.37–39.

12. Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко, В.В. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 356 с.

13. Епимахов В.Г. Биоэнергетический подход к оценке поступления тяжёлых металлов в организм сельскохозяйственных животных с рационом / В.Г. Епимахов, В.О. Кобялко // Материалы российской научной конференции с международным участием «Медико-биологические проблемы токсикологии и радиологии». – Санкт-Петербург, 2015. – С. 30–31.

14. Епимахов В.Г. Моделирование воздействия Cd на организм крупного рогатого скота при поступлении с рационом // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 2. URL: http://web.snauka.ru/issues/2017/02/77944.

15. Зигель Х., Зигель А. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. – М.: Мир, 1993. – 368 с.

16. Исамов Н.Н. Миграция тяжелых металлов в системе корма – животные / Н.Н. Исамов, С.В. Фесенко, Н.И. Санжарова // Агроэк. пробл. сельскохоз. произв. в условиях техноген. загрязн. агроэкосистем: сб. докл. Всерос. научн. – практ. конф. – Казань, 2001. – С. 160–165.

17. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии / В.Г. Каплин. – М.: КолосС, 2006. – 232 с.

18. Курляндский Б.А. Загрязняющие вещества и их поступление в воздух населенных мест / Б.А. Курляндский, Х.Х. Хамидуллина, И.В. Замкова // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С.55–57.

19. Куценко С.А. Основы токсикологии. – М.: Фолиант, 2004. – 570 с.

20. Лавина С.А. Влияние ацетата свинца и нитрата кадмия на кинетику ферментативных реакций in vitro // Сборник научных трудов Всероссийского НИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 1998. – Т.105. – С. 119–123.

21. Ларионов Г.А., Волков Г.К., Данилов А.Н. Влияние уровня миграции кадмия, свинца, меди, цинка из кормов в организм животных // Пища. Экология. Человек: материалы 3-й междунар. науч.- практ. конф. – М.: МГУПБ, 1999. – Ч. 4. – С. 154–155.

22. Научные основы оценки устойчивости агроэкосистем к воздействию техногенных факторов. – Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2013. – 187 с.

23. Носов Е.Е. Токсико-экологическая оценка объектов животноводства и обеспечение производства качественной продукции (Свинцово-кадмиевые токсикозы у животных): автореф. дис. … канд. вет. наук. Воронеж: ВНИ ветеринарной патологии, фармакологии и терапии, 1999. – 37 с.

24. Потребность жвачных животных в питательных веществах и энергии / пер. с англ. А.А. Яковлева; под ред. А.П. Дмитроченко. – М.: Колос, 1968 – 415 с.

25. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технология. – СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. 384 с.

26. Таранов М.Т. Биохимия кормов / М.Т. Таранов, А.Х. Сабиров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

27. Уша Б.В. Морфологические исследования печени крупного рогатого скота при накоплении в организме свинца и кадмия / Б.В. Уша, Т.А. Андриянова, Л. Фофана // «Актуальные проблемы ветеринарной медицины»: тезисы докладов II Международной научно-практической конференции. – М., 1997. – С. 29.

28. Шафран Л.М. Токсикология металлов в решении задач охраны здоровья населения и окружающей среды / Л.М. Шафран, Е.Г. Пыхтеева, Д.В. Большой // Причерноморський екологiний бюллетень. – 2003. – № 17. – С. 93–100.

29. Якимов И.М., Девятков В.В. Развитие методов и систем имитации в СССР и России, Казань, 2001. Режим доступа: http://www.gpss.ru/paper/devyak/indexw.html.

30. Meulenbelt J. Cadmium intoxication: features and management // J. Meulenbelt, G.A. Zoelen, J. Vries // Toxicol. Clin. Toxicol. – 2000. – v. 39, № 3. – P. 223–225.

31. Powell G.W., Miller W.J., Morton J.D., Clifton C.M. 1964 Influence of dietary Cd level and supplemental zinc on Cd toxicity in the bovine J. Nutr. 84: 205–214.