

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ОРЛОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 6 (56)

ОРЕЛ – 2013

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 6 (56)

Редакционно-издательская коллегия:

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Белевитина Т.М. (ответственный редактор журнала), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии), Александрова А.П., Алексеев А.П., Зайченкова М.С., Иванов А.Е., Изотов В.П., Исаева Н.И., Капустин А.Я., Колесникова А.Ф., Львова С.И., Минаков С.Т., Михеичева Е.А., Оскотская Э.Р., Пахарь Л.И., Пивень В.Ф., Репин О.А., Сердов Е.Н., Серегина Т.В., Тер-Минасова С.Г., Тыртышников Е.Е., Уман А.И., Шабанов Н.К.

Серия «Естественные, технические и медицинские науки»

Редакционно-издательская коллегия серии:

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Белевитина Т.М. (ответственный редактор журнала), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии), Ветров В.В., Вишневский В.И., Горпинич А.Б., Зарубин А.Н., Затолокин В.Д., Калекин А.А., Колесникова А.Ф., Ладнова Г.Г., Оскотская Э.Р., Пивень В.Ф., Пузина Т.И., Сараева А.М., Снимщикова И.А., Федотова И.Э.

Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки»: научный журнал. – Орёл: изд-во ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет». – 2013. – №6(56). – 308с.

Решением Президиума ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации журнал «Ученые записки Орловского государственного университета» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по следующим отраслям научных специальностей:

01.00.00 – физико-математические науки; 02.00.00 – химические науки; 03.00.00 – биологические науки; 06.00.00 – сельскохозяйственные науки; 07.00.00 – исторические науки; 08.00.00 – экономические науки; 09.00.00 – философские науки; 10.00.00 – филологические науки; 12.00.00 – юридические науки; 13.00.00 – педагогические науки; 14.00.00 – медицинские науки; 17.00.00 – искусствоведение; 19.00.00 – психологические науки; 25.00.00 – науки о земле.

Учредитель –

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет»
Адрес редакции: 302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
Орловский государственный университет
Редакция журнала «Ученые записки ОГУ»
E-mail: utchen-zap@univ-orel.ru

THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE RUSSIAN FEDERATION

SCIENTIFIC NOTES OF OREL STATE UNIVERSITY

SCIENTIFIC JOURNAL

Vol.6
No.56

OREL – 2013

SCIENTIFIC NOTES

OF OREL STATE UNIVERSITY

SCIENTIFIC JOURNAL

Vol.6 - No.56

Editorial Board:

Avdeyev F.S. (scientific editor-in-chief), Puzankova E.N. (scientific deputy editor-in-chief), Belevitina T.M. (responsible editor), Dudina E.F. (scientific secretary of the editorial board), Alexandrova A.P., Alekseev A.P., Zaichenkova M. S., Ivanov A.E., Izotov V.P., Isayeva N.I., Kapustin A.Ya., Kolesnikova A.F. Lvova S.I., Minakov S.T., Mikheicheva E.A., Oskotskaya E.R., Pakhar L.I., Piven V. F., Repin O. A., Sedov E.N., Seryogina T.V., Ter-Minasova S.G., Tyrtysnikov E.E., Uman A.I., Shabanov N. K.

Series «Natural, technical and medical sciences»

Publishing board of the series:

Avdeyev F.S. (scientific editor-in-chief), Puzankova E.N. (scientific deputy editor-in-chief), Belevitina T.M. (responsible editor), Dudina E.F. (scientific secretary of the editorial board), Vishnevsky V.I., Gorpinich A.B., Zarubin A.N., Zatolokin V.D., Kalekin A.A., Kolesnikova A.F., Ladnova G.G., Oskotskaya E.R., Piven V.F., Puzina T.I., Sarayeva A.M., Snimschikova I.A., Fedotova I.E.

Scientific Notes of Orel State University. Series «Natural, technical and medical sciences»: scientific journal. – Orel: FSBES HPE «Orel State University». – 2013. – №6(56) – 308p.

By the decision of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science the journal “Scientific Notes of Orel State University” is included in the list of leading reviewed scientific journals and publications, in which the scientific results of dissertations for the degree of doctor and candidate of sciences in the following branches of scientific specialties should be published: 01.00.00 – physical and mathematical sciences; 02.00.00 – chemical sciences; 03.00.00 – biological sciences; 06.00.00 – agricultural sciences; 07.00.00 – historical sciences; 08.00.00 – economic sciences; 09.00.00 – philosophical sciences; 10.00.00 – philological sciences; 12.00.00 – science of law; 13.00.00 – pedagogical sciences; 14.00.00 – medical sciences; 17.00.00 – art criticism; 19.00.00 – psychological sciences; 25.00.00 – sciences about the earth.

The founder –

FSBES HPE “Orel State University”
Editorial Office address: 302026, Orel, Komsomolskaya St., 95
Orel State University
Editorial Office of the magazine “Scientific notes of OSU”
E-mail: utchen-zap@univ-orel.ru

© Team of authors, 2013
© Orel State University, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

12.00.00 – ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

С.А. Синенко

УЧАСТИЕ ПОТЕРПЕВШЕГО В ОСМОТРЕ 11

ДИНАСТИИ

В.И. Хрипунов

УЧИТЕЛЯ ОРЛОВЩИНЫ: «К 100-ЛЕТИЮ УЧИТЕЛЬСКОЙ ДИНАСТИИ ХРИПУНОВЫХ...» 16

Борис Мутаф

ЛИЦО ГОРОДА 2013 – МОЛОДОЙ УЧЕНЫЙ ИЗ ОГУ 18

01.00.00 – ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

И.Ф. Авдеев

КВАДРАТИЧНОЙ ФОРМЫ НА ЕДИНИЧНОЙ ПРЯМОЙ ОЦЕНКА ОТРЕЗКА РЯДА ДИРИХЛЕ ДЗЕТА-ФУНКЦИИ 19

Н.А. Аксёнов

АНАЛИТИЧЕСКАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ СИСТЕМ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ 25

В.М. Грабов, А.В. Сидоров, А.А. Зайцев, Д.В. Кузнецов, А.В. Карпачев

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА 33

Д.В. Горяшин

БИНАРНАЯ АДДИТИВНАЯ ЗАДАЧА С БЕСКВАДРАТНЫМИ ЧИСЛАМИ 38

С.А. Долгова

ФИНАНСОВАЯ ОЦЕНКА БАНКОВСКИХ ЗАЕМЩИКОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА 41

П.А. Косарев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ $B-p$ - ПОРЯДКА И $B-p$ - ТИПА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ A 44

С.Н. Мишин

СВЯЗЬ ПОРЯДКА И ТИПА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ С БОЧЕЧНОСТЬЮ ПРОСТРАНСТВА 48

С.Н. Мишин

СВЯЗЬ ОПЕРАТОРНОГО ПОРЯДКА И ТИПА ФУНКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ОПЕРАТОРА ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ С ЕЕ АНАЛИТИЧНОСТЬЮ ... 51

Д.С. Нестеренко

О ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ЭВОЛЮЦИИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЕЙ
РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ И ВЯЗКОСТИ ПУТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЕЕ РАВНОМЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ 54

Е.В. Никольский

О СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИЁМАХ РАБОТЫ СО СТУДЕНТАМИ-ЗАОЧНИКАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ
НА ЗАНЯТИЯХ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ 59

В.М. Радыгин, О.В. Иванцов, П.В. Бочков

СПОСОБЫ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО МЯГКОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ
ОБРАБОТКИ ПРЯМЫХ И ИНВЕРСНЫХ ЛИНЕЙНЫХ РЕКУРРЕНТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ 62

Ю.С. Федяев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ
ВЯЗКОСТЕЙ В АНИЗОТРОПНОМ СЛОЕ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ, ОГРАНИЧЕННОМ НЕПРОНИЦАЕМОЙ ГРАНИЦЕЙ 70

И.В. Хрипунов, О.И. Марков, Ю.В. Хрипунов

О МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ В ОБУЧЕНИИ В РАМКАХ РАБОТЫ
ЮНОШЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ШКОЛЫ (ЮСНИШ) «ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ» 76

К.М. Эминян

ДВЕ АДДИТИВНЫЕ ЗАДАЧИ В НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЛАХ С ДВОИЧНЫМИ РАЗЛОЖЕНИЯМИ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА 83

03.00.00 – БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

А.А. Агапова

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ
ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ 89

Л.Н. Анищенко

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ: ЛИХЕНОИНДИКАЦИОННЫЙ ИНДЕКС 91

А.В. Горнов

ВЛИЯНИЕ СЕНОКОШЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ
ВЛАЖНЫХ ВНУТРИЛЕСНЫХ ЛУГОВ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ 94

Л.Л. Киселева

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ОХРАНЫ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ 99

Е.Л. Ковалева КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ПОДРОСТКОВ КРУПНОГО И МАЛЫХ ГОРОДОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И ФАКТОРЫ, ЕГО ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ	104
М.Г. Курочицкая, В.В. Силютин, Е.И. Грядунова ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ	108
Г.Г. Ладнова, М.Г. Курочицкая, В.В. Силютин, Е.И. Грядунова ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЙОНОВ ГОРОДА С РАЗНОЙ АНТРОПОТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРЛА)	111
И.Ю. Михненко, П.В. Тимофеева, Н.В. Бондарь ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ СУЩЕСТВОВАНИЯ	116
В.Н. Мокрогузова ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ГРУППЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ	118
Е.Э. Мучник АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ЛИШАЙНИКОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОРЛОВСКОЕ ПОЛЕСЬЕ» (ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ РОССИЯ)	125
Ю.А. Семенищенков, В.В. Телеганова СИНТАКСОНОМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КСЕРОМЕЗОФИТНЫХ ДУБРАВ ДОЛИНЫ ОКИ В ПРЕДЕЛАХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ	132
Е.В. Сорокина ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТИВНЫМ ОРИЕНТИРОВАНИЕМ	139
М.В. Харлампиева, О.И. Евстигнеев СОСТАВ И СТРУКТУРА ВЫСОКОТРАВНОГО ЕЛЬНИКА В УРОЧИЩЕ «БОЛОТО РЫЖУХА» (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	145
06.00.00 – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	
И.А. Верховец, В.Р. Кочкарёв, А.А. Приземин ДИНАМИКА СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗОНЕ ЛЕСОСТЕПИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	152
Н.Н. Гранкин, С.Н. Аверина ОБ ОДНОМ МЕТОДИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ В СЕЛЕКЦИИ СРЕДНЕРУССКИХ ПЧЕЛ НА СНИЖЕНИЕ ЗЛОБЛИВОСТИ	156
В.М. Казьмин, О.В. Шенцова, В.Н. Милентеев ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ¹³⁷ CS В АГРОФИТОЦЕНОЗЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ	160
В.Р. Кочкарёв, А.В. Гарин, Е.С. Чувашева ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ БОБОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОГО СИЛОСА	164
В.В. Платонов ОЧЕРКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭТОЛОГИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	167
Г.А. Симонов, В.С. Никульников, М.Ш. Магомедов, П.А. Алигазиева КОЖИЦА И СЕМЕНА ЯБЛОК В РАЦИОНЕ СВИНЕЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДНЯКА	171
Н.В. Сухорукова РЫНОК МОЛОКА В РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ	173
А.А. Цвырко ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВОГО РЫНКА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ВТО	178
Н.В. Шелепина РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СЕМЕННЫХ ОБОЛОЧЕК ЗЕРНА ГОРОХА	182
14.00.00 – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	
В.А. Батулин, О.Ю. Позднякова МИКОГЕННАЯ СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ У ПАЦИЕНТОВ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ И НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ	187
И.Б. Белова, А.А. Старосельцев, А.С. Гусев ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСЛОЖНЕННОЙ ПНЕВМОНИИ И ДРУГИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЕГКИХ	192
В.Н. Бубенчикова, Ю.А. Старчак ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА ТИМЬЯНА МЕЛОВОГО	198
К.В. Буханцева ВНУТРИУТРОБНОЕ ИНФИЦИРОВАНИЕ	201
В.И. Вишневецкий, Н.И. Громнацкий, О.М. Сумакова ЗНАЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАЦИИ ЗУБЦА Т В ДИАГНОСТИКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ МИОКАРДА	205
А.Б. Горпинич РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ВЕНТРАЛЬНЫХ ГРЫЖ	207
И.Л. Дроздова, Т.М. Григорьева, Т.И. Лупилина ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ТРАВЫ ИКОТНИКА СЕРОГО МЕТОДАМИ ТСХ И ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ	210

Н.А. Коньшко АНАЛИЗ РЯДА СТРУКТУРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЦА У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С СОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ	214
В.А. Лазаренко, Е.Б. Артюшкова, В.Н. Мишустин, Г.Н. Горяинова, И.А. Моноцов, Л.Л. Квачахия, А.Л. Чигунадзе ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОТМОРОЖЕНИЯ	218
А.В. Мамошин, А.Л. Альянов, А.В. Борсуков МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С СИНДРОМОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ	228
Т.А. Позднякова, Р.А. Бубенчиков, Л.И. Прокошева МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТРАВЫ ГЕРАНИ СИБИРСКОЙ (GERANIUM SIBIRICUM L.)	232
Г.А. Пьявченко, Ю.В. Урываев, В.И. Ноздрин СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ LABORAS И SONOTRACK ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У КРЫС	238
О.С. Саурина, А.А. Васильев СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭТИОЛОГИЮ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	243
О.В. Соколова, В.П. Тюрин, В.Г. Гудымович ПРИЧИНЫ НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ	251
Р.Н. Степанова, А.С. Косова, О.М. Макарова, О.К. Пехото АНТИФОСФОЛИПИДНЫЕ АНТИТЕЛА (АФЛА) КАК ПРЕДИКТОРЫ НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ИСХОДОВ ГЕСТАЦИИ У ЗДОРОВЫХ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	257
И.А. Филина ДОЛЖНОСТНОЙ АНАЛИЗ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ	265
М.А. Халилов, И.В. Михайлов, Е.А. Улаева ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА	271
Р.А. Хмельницкий, А.В. Вислобоков СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА, В НАРУЖНОЙ ТЕРАПИИ ПИОДЕРМИЙ	275
А.А. Царукян, В.А. Батурич ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ТЕРАПИИ НЕПРЯМЫМИ АНТИКОАГУЛЯНТАМИ В ЭТНИЧЕСКИХ ГРУППАХ СТАВРОПОЛЬЯ	279
В.К. Шорманов, Л.С. Новикова, И.Н. Сластухина, Т.В. Беляева, Г.Г. Булатников ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛЛАГЕНА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЦИРРОТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПЕЧЕНИ	283

25.00.00 – НАУКИ О ЗЕМЛЕ

В.А. Владимирова МУЗЫКАЛЬНО-ФОЛЬКЛОРНЫЕ ТРАДИЦИИ И ИХ МЕСТО В ГЕОКУЛЬТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	289
Т.А. Красницкая, Д.С. Марков ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ЦЕРКОВНЫЕ ШКОЛЫ ШУЙСКОГО УЕЗДА ВЛАДИМИРСКОЙ ГУБЕРНИИ XIX-НАЧАЛА XX ВВ.»	293
Л.Н. Трофимец, Е.А. Паниди РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОТЕРЬ ПОЧВЫ В ЭЛЕМЕНТАХ НЕРУСЛОВОЙ ЭРОЗИОННОЙ СЕТИ НА ПАХОТНОМ СКЛОНЕ В АРЕАЛЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ ОКИ	299
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ	305
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ	306
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ	307

CONTENTS

12.00.00 – SCIENCE OF LAW

S.A. Sinenko

PARTICIPATION OF VICTIMS IN THE INSPECTION.....	11

01.00.00 – PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

I.F. Avdeev

ESTIMATE INTERVAL OF THE DIRICHLET SERIES OF THE ZETA FUNCTION QUADRATIC FORM ON THE UNIT LINE.....	19

N.A. Aksyonov

THE ANALYTIC SOLVABILITY OF THE COMPLEX PROBLEM OF CAUCHY FOR SOME SYSTEMS OF DIFFERENTIAL-OPERATOR EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENTS.....	25

V.M. Grabov, A.V. Sidorov, A.A. Zaitsev, D.V. Kuznetsov, A.V. Karpachev

MATHEMATICAL MODEL THERMOELECTROKINETIC EFFECT	33

D.V. Goryashin

BINARY ADDITIVE PROBLEM WITH SQUAREFREE NUMBERS	38

S.V. Dolgova

FINANCIAL EVALUATION OF BANK BORROWERS BASED APPROACH SITEMNOGO.....	41

P.A. Kosarev

DEFINITION B – P ORDER AND B – P TYPE OF OPERATOR A SEQUENCE.....	44

S.N. Mishin

THE CONNECTION OF ORDER AND TYPE OF SEQUENCE OF OPERATORS WITH BARRELEDNESS OF SPACE	48

S.N. Mishin

THE CONNECTION OF OPERATOR ORDER AND TYPE OF FUNCTION RELATIVE TO OPERATOR OF DIFFERENTIATION WITH ITS ANALYTICITY	51

D.S. Nesterenko

ABOUT THE STABILITY IMPROVEMENT OF THREE DIMENSIONAL BOUNDARY EVOLUTION PROBLEM OF LIQUIDS OF DIFFERENT DENSITY AND VISCOSITY BY RESTORING THE UNIFORM REPRESENTATION OF THE BOUNDARY	54

E.V. Nikoliskiy

ABOUT SPECIAL RECEIVING THE WORK WITH STUDENT-ZAOCHNIKAMI TECHNICAL HIGH SCHOOL ON OCCUPATION ON HIGH MATHEMATICIAN	59

V.M. Radigin, O.V. Ivantsov, P.V. Bochcov

THE TECHNIQUES OF NOISE-IMMUNE SOFT-DECISION INFORMATION DECODING BASED ON FORWARD AND INVERSE LINEAR RECURRENT SEQUENCES.....	62

Y.S. Fedyaev

MATHEMATICAL MODELING OF EVOLUTION OF THE INTERFACE BETWEEN FLUIDS OF DIFFERENT VISCOSITIES IN ANISOTROPIC LAYER POROUS MEDIUM WITH IMPENETRABLE BOUNDARY	70

I.V. Hripunov, O.I. Markov, Yu.V. Hripunov

ABOUT THE INTERDISCIPLINARY INTEGRATED APPROACH IN TRAINING WITH IN JUNIOR SPECIALIZED RESEARCH SCHOOL (JSRS) WORK «BASES OF NANOTECHNOLOGIES».....	76

K.M. Eminyan

TWO ADDITIVE TASKS IN NATURAL NUMBERS WITH BINARY DECOMPOSITION SPECIAL LOOK.....	83

03.00.00 – BIOLOGICAL SCIENCES

A.A. Agapova

THE CONTENT OF ELEMENTS OF A GROUP OF HEAVY METALS IN COMPONENTS OF FOREST ECOSYSTEMS TERRITORIES WITH DIFFERENT TECHNOLOGICAL CAPACITY.....	89

L.N. Anishchenko

QUANTITATIVE LICHENOINDICATION: LICHEN INDEX	91

A.V. Gornov

THE HAYMAKING INFLUENCE ON THE STATE OF CENOPOPULATIONS OF SOME PLANT SPECIES ON WET MEADOWS INSIDE THE FORESTS IN BRYANSK REGION	94

L.L. Kiseleva

OPTIMIZATION MODEL OF FLORISTIC DIVERSITY ORYOL PROVINCE, USING GIS TECHNOLOGIES	99

E.L. Kovalyoova

QUALITY OF LIFE OF ADOLESCENTS LARGE AND SMALL TOWNS OF BRYANSK REGION AND FACTORS CAUSING IT	104

M.G. Kurochitskaya, V.V. Silyutina, E.I. Griadunova

QUALITY ASSESSMENT OF DRINKING WATER AND HEALTH AT THE REGIONAL LEVEL	108

G.G. Ladnova, M.G. Kurochitskaya, V.V. Silyutina, E.I. Griadunova ENVIRONMENTAL HYGIENE RESEARCH AREAS OF THE CITY WITH DIFFERENT LOAD ANTROPOTEHNOGENNOY (CASE STUDY OREL).....	111
I.U. Mikhnenko, P.V. Timofeeva, N.V. Bondar SIGNIFICANCE OF ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE EXISTENCE CONDITION.....	116
V.N. Mokroguzova ECOLOGICAL-ECONOMIC GROUPS OF MEDICINAL PLANTS OF NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA.....	118
E.E. Muchnik LICHENS OF "ORLOVSKOYE POLESIE" NATIONAL PARK (ORYOL REGION, CENTRAL RUSSIA): AN ANNOTATED CHECKLIST.....	125
Yu. A. Semenishchenkov, V.V. Teleganova THE SYNTAXONOMY AND ECOLOGY OF KSEROMESOPHYTE OAK FORESTS OF THE OKA VALLEY WITHIN KALUGA REGION	132
E.V. Sorokina DYNAMICS OF CONDITION OF SPORTSMEN INDICES FUNCTIONAL DURING TRAINING IN ORIENTEERING.....	139
M.V. Kharlampieva, O.I. Evstigneev COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE TALLHERBS OF SPRUCE IN THE FOREST OF THE TRACT «SWAMP RYZHUHA» (BRYANSK REGION)	145
06.00.00 – AGRICULTURAL SCIENCES	
I.A. Verkhovets, V.R. Kochkaryov, A.A. Prizemin DYNAMICS PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEMS IN FOREST-STEPPE ZONE OREL REGION	152
N.N. Grankin, S.N. Averina ABOUT ONE METHODOLOGICAL APPROACH IN SELECTION OF MIDDLE RUSSIA BEES TO REDUCE WITH RAGE.....	156
V.M. Kazmin, O.V. Šencova, V.N. Milent'ev DYNAMICS OF 137CS IN AGROPHYTOCENOSIS WINTER WHEAT UNDER THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS	160
V.R. Kochkaryov, A.V. Garin, E.S. Chuvashева OPTIMIZATION OF A PARITY OF BEAN AND CEREAL CULTURES FOR PREPARATION OF THE HIGH-QUALITY POWER SATED SILO	164
V.V. Platonov ESSAYS ENGINEERING ETHOLOGY CATTLE	167
G.A. Simonov, V.S. Nikulnikov, M.H. Magomedov, P.A. Aligasieva PEEL AND SEEDS OF APPLES IN THE DIET OF PIGS WHEN GROWING.....	171
N.V. Sukhorukov MILK MARKET IN RUSSIA STATUS AND TRENDS	173
A.A. Tsvyrko GRAIN MARKET TRENDS IN RUSSIA WTO	178
N.V. Shelepina WORKINGOUTOFTECHNOLOGYANDQUALITY ESTIMATION OF PEAS SEED COATS PECTINES.....	182
14.00.00 – MEDICAL SCIENCES	
V.A. Baturin, O.U. Pozdnyakova MIKOGENNY SENSITIZATION IN PATIENTS WITH CONTROLLED AND UNCONTROLLED BRONCHIAL ASTHMA.....	187
I.B. Belova, A.A. Staroseltsev, A.S. Gusev RADIOLOGIC DIAGNOSIS OF A COMPLICATED PNEUMONIA AND OTHER LUNG DISEASES	192
V.N. Bubenchikova, Yu.A. Starchak INVESTIGATION OF THYMUS CALCAREUS KLOV&DES-SHOST. ESSENTIAL OILS	198
C.V. Bukhantseva INTRAUTERINE INFECTION	201
V.I. Vishnevsky, N.I. Gromnatsky, O.M. Sumakova VALUE OF ALTERNATION OF THE TOOTH OF T IN DIAGNOSTICS ELECTRIC INSTABILITY OF THE MYOCARDIUM.....	205
A.B. Gorpnich THE RESULTS OF POSTOPERATIVE VENTRAL HERNIA OPERATIVE TREATMENT.....	207
I.L. Drozdova, T.M. Grigoryeva, T.I. Lupilina RESEARCH OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE BERTEROA INCANA (L.) DC. HERBS BY THE METHODS OF TLC AND CHEMOLUMINESCENCE	210
N.A. KOnyshko ANALYSIS OF THE CARDIAC STRUCTURAL-GEOMETRIC PARAMETERS IN PREGNANT WOMEN WITH THE SOMATICAL PATHOLOGY	214
V.A. Lazarenko, E.B. Artyushkova, V.N. Mishustin, G.N. Goryainova, I.A. Monovtsov, L.L. Kvachakhy, A.L. Chigunadze PHARMACOLOGICAL TREATMENT OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN EXPERIMENTAL FROSTBITE INJURY	218
A.V. Mamoshin, A.L. Alyanov, A.V. Borsukov MINIINVASIVE TECHNOLOGIES IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH THE SYNDROME OF OBSTRUCTIVE JAUNDICE	228

T.A. Pozdnyakova, R.A. Bubenchikov, L.I. Prokosheva MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDY HERB OF GERANIUM SIBIRICUM L.	232
G.A. Pyavchenko, U.V. Uryvaev, V.I. Nozdrin THE USAGE OF LABORAS-SONOTRACK COMPLEX IN THE BEHAVIORAL REACTIONS RESEARCH OF THE RATS	238
O.S. Saurina, A.A. Vasiliev MODERN VIEW ON ETIOLOGY OF CANCER (REVIEW OF LITERATURE)	243
O.V. Sokolova, V.P. Tyurin, V.G. Gudimovich LIVER DYSFUNCTION IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD AFTER HEART SURGERY	251
R.N. Stepanova, A.N. Kosova, O.M. Makarova, O.K. Pekhotov ANTIPHOSPHOLIPID ANTIBODIES (APLA) AS PREDICTORS OF UNFAVORABLE OUTCOME OF GESTATION IN HEALTHY PREGNANT WOMEN (REVIEW)	257
I.A. Filina JOB ANALYSIS OF PHARMACEUTICAL PROFESSIONALS	265
M.A. Halilov, I.V. Mikhaylov, E.A. Ulayeva RESEARCH OF TACTILE SENSITIVITY OF THE PERSON	271
R.A. Khmelnytsky, A.V. Vislobokov RATHER AN ASSESSMENT OF APPLICATION OF THE PREPARATIONS CONTAINING VARIOUS ANTIBACTERIAL MEANS, IN EXTERNAL THERAPY OF Piodermiya	275
A.A. Tsarukyan, V.A. Baturin THE SIGNIFICANCE OF GENETIC FACTORS FOR TREATMENT WITH INDIRECT ANTICOAGULANTS IN ETHNIC GROUPS OF THE STAVROPOL REGION	279
V.K. Shormanov, L.S. Novikova, G.V. Belyayeva, I.N. Slastihyna, T.V. Belyayeva, G.G. Bulatnikov PHOTOMETRIC EVALUATION OF COLLAGEN FOR THE DIAGNOSTICS OF CIRRHOSIS CHANGES IN THE LIVER	283
25.00.00 – SCIENCES ABOUT THE EARTH	
V.A. Vladimirova MUSICAL FOLK TRADITIONS AND ITS PLACE IN A CULTURAL SPACE	289
T.A. Krasnitskaya, D. S. Markov GEOINFORMATION SYSTEM CHURCH SCHOOL OF THE SHUYA DISTRICT OF THE VLADIMIR PROVINCE XIX-EARLY XX CENTURIES	293
L.N. Trofimez, Ye.A. Panidi RESULTS OF THE STUDY OF SOIL LOSS IN THE ELEMENTS OF THE NETWORK TO NERUSLOVOY EROSION SLOPE IN THE AREA OF ARABLE GRAY FOREST SOILS OF THE UPPER BASIN OF THE OKA	299

УДК 343

UDC 343

С.А. СИНЕНКО

кандидат юридических наук, доцент, начальник Орловского юридического института МВД России
E-mail: orurinst@rambler.ru

S.A. SINENKO

PhD, associate professor, Head Orlovsky Law Institute
Russian Ministry of Internal Affairs
E-mail: orurinst@rambler.ru

УЧАСТИЕ ПОТЕРПЕВШЕГО В ОСМОТРЕ

PARTICIPATION OF VICTIMS IN THE INSPECTION

В статье освещаются некоторые проблемные вопросы участия потерпевшего в производстве осмотра. Раскрывается процессуальная роль потерпевшего, участвующего в производстве данного следственного действия. В статье содержится ряд предложений по совершенствованию норм российского уголовно-процессуального законодательства.

Ключевые слова: потерпевший, следственное действие, осмотр.

The article highlights some of the problematic issues of the participation of the victim in the inspection. It reveals the procedural role of the victim involved in the production of the investigative action. The article contains a number of proposals for improvement of norms of the Russian criminal procedural legislation.

Keywords: victim, investigative action, inspection.

Участие потерпевшего в осмотре места происшествия с позиции следственной тактики в ряде случаев считается вполне допустимым и даже необходимым. Это мнение высказывают авторы учебного пособия по расследованию отдельных видов преступлений [7, 87]. На аналогичной позиции находятся авторы «Руководства для следователей», которые высказывали точку зрения о возможности участия в осмотре места происшествия многих субъектов уголовного процесса. По их мнению, потерпевший и его представитель могут с пользой для дела принимать участие в осмотре места происшествия [8, 266].

Некоторые юристы не без оснований рассматривают участие потерпевшего в осмотре места происшествия не только как его право, но и обязанность. В частности, Н.А. Селиванов и В.И. Тербилов полагали, что следователь обязан привлекать к участию в освидетельствовании обвиняемого, подозреваемого, потерпевшего, свидетеля [9, 18]. С.А. Шейфер отмечал, что при проведении любого следственного действия роль участников должна определяться с учетом их правового статуса, регламентация которого выходит за пределы отдельных норм о допросе, осмотре и т.д. [13, 122]. В одном из учебников по криминалистике также признается право следователя привлекать к осмотру места происшествия потерпевшего [5, 341].

В пункте 9 ч. 2 ст. 42 УПК РФ среди прав потерпевшего предусмотрено участие с разрешения следователя или дознавателя в следственных действиях, производимых по его ходатайству либо ходатайству его представителя. Статья 53 УПК РСФСР 1960 г., регламентирующая понятие и правовой статус потерпевшего, подобных предписаний не содержала.

Тем самым, потерпевший на законодательном уровне получил возможность участвовать в следственных действиях. Обратим внимание на то, что в данном случае законодатель не ограничил круг следственных действий, на которые распространяется данное правило. Однако, рассматриваемое право потерпевшего может быть реализовано только при наличии двух условий: 1) следственное действие осуществляется по ходатайству потерпевшего или его представителя; 2) следователь разрешил присутствовать потерпевшему при производстве этого действия. На наш взгляд, эти оговорки, а смысл их вытекает из положений п. 9 ч. 2 ст. 42 УПК РФ, делают рассматриваемое право потерпевшего ограниченным. Возможно, это побудило И.М. Ибрагимова настаивать на том, что для реальной защиты своих прав и законных интересов потерпевший должен иметь возможность присутствовать или даже участвовать по своему желанию во всех следственных действиях [1, 31]. Здесь же поясним, что таким правом, в силу предписаний ч. 3 ст. 45 УПК РФ, пользуется и представитель потерпевшего, что особо актуально, когда потерпевшим является юридическое лицо.

Каков механизм получения потерпевшим разрешения следователя для участия в следственном действии? Для этого, на наш взгляд, необходимо использовать правовой институт ходатайств. Иными словами, потерпевшему, обращающемуся к следователю с ходатайством о производстве отдельного следственного действия, в этом документе следует одновременно изложить просьбу о допуске его к производству данного действия. Следователь, разрешая такое ходатайство, в порядке главы 15 и ст. 159 УПК РФ, может положительно отреагировать на обе

просьбы, т.е. принять решение о производстве следственного действия и допустить к этой процедуре потерпевшего. Может удовлетворить только просьбу о производстве следственного действия либо отказать в удовлетворении ходатайства. Данный способ, на наш взгляд, будет носить официальный характер, находить отражение в материалах уголовного дела, позволять более обоснованно и аргументированно (со ссылкой на постановление следователя об отказе в удовлетворении ходатайства) обжаловать решение должностного лица.

В ч.5 ст. 164 УПК РФ не содержится перечня следственных действий, на которых оно распространяется, т.е. область его применения широка. Однако, в этом случае привлечение потерпевшего к участию в следственном действии не связано с его ходатайством о проведении данного действия. Словосочетание «следователь, привлекая ...» мы склонны понимать как дозволение, т.е. право, предоставленное законодателем. Исходя из предложенных суждений, можно констатировать, что уголовно-процессуальное законодательство наделяет следователя правом привлечь потерпевшего к участию в любом следственном действии.

Полезность участия потерпевшего в производстве следственных действий и, в частности, в осмотре, отмечают многие авторы. Так, по мнению М.В. Игнатьевой, участие потерпевшего в следственных действиях в ряде случаев должно стать обязательным, что позволит: 1) быстрее и эффективнее произвести следственное действие; 2) лучше выявить мотивы, предпосылки и условия совершенного преступления; 3) избежать недоработок на предварительном следствии, в том числе путем проведения следственных действий по ходатайствам потерпевшего и его представителя, проверки выдвинутых ими версий происшедшего, установлении его механизма и участников [2, 102-103].

Законодатель указывает, что осмотр жилища (в том числе, если оно является местом происшествия) производится только с согласия проживающих в нем лиц или на основании судебного решения (ч. 5 ст. 177 УПК РФ). Нередко местом происшествия является жилище потерпевшего. В таком случае, производство данного следственного действия должно быть согласовано с этим субъектом. Порождает ли это возникновение права потерпевшего (а, следовательно, корреспондирующую обязанность следователя) на участие в этом следственном действии? Представляется, что нет. Иными словами, следователь может отказать потерпевшему участвовать в осуществлении осмотра его жилища. Такая ситуация представляется несколько абсурдной.

Иначе подобная ситуация должна быть разрешена, если речь идет об осмотре помещения организации, т.е. когда потерпевшим может выступать как юридическое лицо [12, 134]. В соответствии с ч. 6 ст. 177 УПК РФ осмотр помещения (имеется в виду и осмотр места происшествия, произошедшего в этом

помещении) организации производится в присутствии представителя администрации соответствующей организации. И лишь в случае невозможности обеспечить его участие следователь может поступить иначе. Таким образом, мы имеем дело с правообязывающим предписанием. Иначе говоря, здесь сформулирована обязанность следователя допустить представителя потерпевшего к участию в следственном действии.

Изложенное выше демонстрирует некоторый дисбаланс в правовом статусе потерпевшего – физического лица и потерпевшего – юридического лица. Поскольку такое несоответствие ничем не оправдано и не объяснено, по нашему мнению, оно должно быть ликвидировано. Однако, в данном случае, как нам кажется, нельзя безоговорочно установить в законе обязанность следователя привлекать потерпевшего к осмотру его жилища. Нечто подобное законодатель предусмотрел для производства обыска, указав, что в осуществлении этого следственного действия должно участвовать лицо, в помещении которого производится обыск или совершеннолетние члены его семьи (ч. 11 ст. 182 УПК РФ). Такое предписание породило проблемы в правоприменении [4, 523]. Относительно участия потерпевшего в осмотре его жилища, по нашему мнению, надо соотносить обязанность следователя с желанием и возможностью самого потерпевшего. Поэтому представляется целесообразным ч. 5 ст. 177 УПК РФ дополнить текстом следующего содержания: «По просьбе потерпевшего он должен быть допущен к производству осмотра, осуществляемого в его жилище».

В юридической литературе отмечается, что самым сложным и трудоемким видом осмотра является осмотр места происшествия. В то же время он имеет огромное значение для расследования преступления [6, 133]. Проведенное нами исследование показало, что такой вид осмотра является и наиболее распространенным. Он осуществлялся по 47,6% уголовных дел. При этом в 62,4% случаев в производстве данного следственного действия участвовал потерпевший.

Цели осмотра определяют роль потерпевшего в его производстве. Различают следующие этапы осмотра: подготовительный, рабочий (или исследовательский), заключительный. На каждом из них роль потерпевшего является значимой. Подготовительный этап состоит в основном из организационных мероприятий, осуществляемых следователем (обеспечение техническими средствами, своевременный выезд на место осмотра, особенно если речь идет об осмотре места происшествия, подбор участников этого следственного действия и др.), которые в связи с тематикой настоящей работы мы детально рассматривать не будем. Тем более, что такие действия, кроме подготовки к осмотру места происшествия, выполняются, как правило, без уведомления и участия потерпевшего. Применительно к осмотру места происшествия, отметим, что должностное лицо, принявшее сообщение или заявление о совершенном

преступлении, должно рекомендовать заявителю не нарушать на месте происшествия обстановку после совершенного преступления, не допускать входение на объект, подлежащий осмотру, любых лиц, объяснив при этом, что подобные действия осложняют поиск преступников.

Кроме того, на этом этапе происходит сбор необходимой для осмотра информации, где участие потерпевшего может принести ощутимые результаты. Здесь следователь может и должен получить сведения, которые помогут определить тактику осмотра. Если объектом осмотра является место происшествия, то важно решить вопрос об исходной точке осмотра, что позволит выбрать соответствующий метод выполнения данного следственного действия. Для этого, в частности, от потерпевшего могут быть получены сведения о способе проникновения на объект (если речь идет о совершенной краже или разбойном нападении, произошедших в жилище или ином помещении), о наличии предметов, где наверняка могут быть обнаружены следы преступления (например, сейф). При осмотре предметов и документов на этом этапе потерпевший также может помочь избежать ошибки в выборе предмета осмотра, например, одежды, которая была на нем в момент совершения преступления, соответствующих бухгалтерских документах и др. Потерпевшим может быть предоставлена иная ориентирующая информация.

На подготовительном этапе следователь также должен принять решение об участии потерпевшего в осмотре, и если такое решение положительное, – разъяснить данному участнику его права и обязанности, уточнить его роль.

Предложенные нами рекомендации носят общий характер. В криминалистической тактике и методике для более успешного применения они должны быть конкретизированы.

На втором этапе осмотра – исследовательском – участие потерпевшего, на наш взгляд, состоит не только в предоставлении ориентирующей информации, но и в оказании содействия в обнаружении следов преступления, иных доказательств. Относительно осмотра места происшествия, отметим, что ситуация является благоприятной для поиска следов преступления, если потерпевшие лица не входили в помещение до приезда следователя. Оставляя в стороне процессуальные требования, предъявляемые к осмотру места происшествия, скажем, что следователь должен входить в помещение вместе с потерпевшим, который по мере продвижения будет пояснять, какие разрушения дверей, окон, проемов и т.д. произошли, что изменилось в квартире, что исчезло, в каком месте находилось исчезнувшее имущество, какие предметы, ранее не принадлежавшие жильцам, появились.

Известно, что по квартирным кражам распространенными являются следы орудий взлома, следы рук, следы обуви и фактические данные исчезновения вещей, а также появление материальных объек-

тов, не принадлежащих жильцам. Следовательно при помощи потерпевшего может проделаться указанную работу с лучшими результатами.

Что касается предметов, то на месте кражи они фигурируют в двух видах: а) похищенные и унесенные ценности и б) различного рода принесенные предметы. К последним относятся: оставленные на месте орудия преступления, одежда, окурки, предметы туалета и многое другое. Подробную информацию об отсутствующих и принесенных объектах может предоставить потерпевший. При этом следует иметь в виду, что иногда похищенные объекты рассматриваются преступником в виде приглянувшейся и необходимой для него вещи, хотя и недорогой. Так в одном случае потерпевшая сообщила, что вместе с ценными вещами унесены женские прокладки, из чего был сделан вывод, что в краже участвовала женщина. Это обстоятельство способствовало установлению и задержанию преступников. В другом случае, потерпевший обратил внимание следователя на то, что из гаража, где была совершена кража, пропала старая солдатская шинель. Именно она впоследствии была обнаружена в квартире подозреваемого, и данный факт стал решающим в раскрытии преступления. Поэтому потерпевшего необходимо настроить на проверку и сообщение обо всех исчезнувших предметах, даже незначительных и малоценных.

При осмотре предмета или документа потерпевший может обратить внимание на детали, имеющие, на его взгляд, значение для уголовного дела. При этом потерпевший может обладать специальными знаниями, необходимыми для производства такого следственного действия. Представляется, что в этих случаях его замечания и пожелания могут иметь место как наряду с консультациями специалиста, участвующего в таком действии, так и вместо него. На такую возможность, в частности, обращает внимание А.Е. Сумин при исследовании особенностей производства следственных действий по уголовным делам о преступлениях, совершенных на рынке ценных бумаг [11, 147-155].

Закон не рассматривает в качестве самостоятельного объекта осмотра животных, хотя потребность в производстве такого действия имеется [10, 41]. Данный осмотр осуществляется по правилам осмотра предметов. При этом устанавливаются: вид животного; порода, масть, пол, возраст; признаки принадлежности его определенной организации или физическому лицу (клеймо, наличие на животном своеобразных предметов и др.); индивидуальные и анатомические признаки. Для производства такого осмотра целесообразно привлекать не только специалиста (ветеринара или зоотехника), но и потерпевшего (настоящего или бывшего владельца животного) [6, 350].

Участие потерпевшего дает положительные результаты и при осуществлении иных видов осмотра, в том числе, являющихся составной частью других следственных действий. Например, при осмотре фо-

нограмм в рамках осуществления контроля и записи переговоров (ст. 186 УПК РФ) потерпевший может дать необходимые пояснения, позволяющие следователю правильно определить предмет осмотра, зафиксировать в протоколе необходимую информацию [10, 42].

На заключительном этапе осмотра происходит фиксация его хода и результатов. Главное средство такой фиксации – протокол, к которому уголовно-процессуальным законом предъявляются определенные требования (ст. ст. 166, 180 УПК РФ). В криминалистике к таким требованиям также относят: полноту и объективность; точность и последовательность описания; целеустремленность; соответствие процессуальной форме, наличие необходимых реквизитов [6, 343-344].

У потерпевшего имеется возможность контролировать и этот процесс. В частях 6 и 7 ст. 166 УПК РФ указано, что такой протокол предъявляется для ознакомления всем лицам, участвовавшим в следственном действии. При этом указанным лицам разъясняется их право делать подлежащие внесению в протокол замечания о его дополнении и уточнении. Все внесенные замечания о дополнении и уточнении протокола должны быть оговорены и удостоверены подписями этих лиц. Протокол подписывается следователем и лицами, участвовавшими в следственном действии. Таким образом, и здесь осуществляется функция так называемого социального контроля.

Осмотр как следственное действие предполагает изъятие предметов и документов. Причем к числу таковых относятся не только сохранившие на себе следы преступления в узком значении этих слов (следы рук, обуви и др.), но и любые иные веществен-

ные объекты. Непременным условием изъятия таких предметов и документов является их очевидная или в высокой степени вероятная относимость к делу [3, 60]. Такое суждение основывается на уяснении положений ч. 3 ст. 177 УПК РФ, где говорится, что изъятию подлежат только те предметы, которые имеют отношение к уголовному делу. Указанное предписание – дискреционное, и его реализация во многом зависит от усмотрения следователя. Вместе с тем, не все изъятые предметы в дальнейшем станут вещественными доказательствами. А среди них могут быть и ценные вещи, изъятые, например, при осмотре обворованной квартиры. У потерпевшего может возникнуть желание получить такие вещи обратно. Подтверждающим документом в этом случае может служить протокол осмотра, в котором в соответствии с требованиями ч. 3 ст. 177 УПК РФ должен содержаться перечень предметов, изъятых при осмотре. Но данный документ изготавливается в одном экземпляре и хранится в уголовном деле, что может создать определенные неудобства для потерпевшего. Другое дело – при обыске. Там законодатель прямо указал, что копия протокола данного следственного действия вручается лицу, в помещении которого был произведен обыск (ч. 15 ст. 182 УПК РФ). На наш взгляд, подобная формулировка должна иметь место в предписаниях, регламентирующих осуществление осмотра. В связи с этим **предлагаем ст. 180 УПК РФ дополнить частью 4, которую изложить в следующей редакции: «4. Если при осмотре имело место изъятие предметов, имеющих отношение к уголовному делу, то лицу (организации), в чьем помещении находились эти предметы, должна быть вручена копия протокола осмотра».**

Библиографический список

1. *Ибрагимов И.М.* Концептуальные проблемы правомерных возможностей защиты прав потерпевшего и вопросы совершенствования законодательства в процессе доказывания в российском уголовном судопроизводстве // Российская юстиция. 2012. № 1. С. 29-32.
2. *Игнатьева М.В.* Процессуальные и организационные вопросы соблюдения прав и законных интересов потерпевших и обеспечение их личной безопасности: дис. канд. юрид. наук: 12.00.09 / Игнатьева Мария Владимировна. М., 2000. 229 с.
3. *Кальницкий В.В., Марфицин П.Г.* Производство следственных действий, сопряженных с ограничением конституционных прав граждан: учебное пособие. Омск: Омская академия МВД России, 2004. 79с.
4. Комментарий к Уголовно-процессуальному кодексу Российской Федерации / науч. ред. В.Т. Томин, М.П. Поляков. М.: Юрайт, 2012. 1370с.
5. Криминалистика / Под ред. И.Ф. Герасимова и Л.Я. Драпкина. М.: Высшая школа, 1994. 534с.
6. Криминалистика. Полный курс: учебник / под общей ред. А.Г. Филиппова. М.: Юрайт, 2011. 835с.
7. Расследование отдельных видов преступлений / под ред. О.Я.Баева. Воронеж, 1986. 192с.
8. Руководство для следователей / Под ред. Н.А. Селиванова, В.А. Снеткова М.: ИНФРА-М, 1998. 732 с.
9. *Селиванов Н.А., Теребилов В.И.* Первоначальные следственные действия. М.: Юридическая литература, 1969. 296с.
10. *Семенцов В.А.* Следственные действия: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УрГЮА, 2003. 87с.
11. *Сумин А.Е.* Досудебное производство по уголовным делам о преступлениях на рынке ценных бумаг: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / Сумин Андрей Евгеньевич. - Н. Новгород, 2011. 265с.
12. *Сычев П.Г.* Особенности участия и гарантии прав организаций (юридических лиц) на досудебных стадиях уголовного судопроизводства: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.09 / Сычев Павел Геннадьевич. М., 2008. 231с.
13. *Шейфер С.А.* Следственные действия: система и процессуальная форма. М.: Юристъ, 2001. 208с.

References

1. *Ibragimov I.M.* Conceptual problems of legitimate opportunities of protection of rights of the victim and the issues of improvement of legislation in the process of evidence in the Russian criminal legal procedure // Russian justice. 2012. № 1. P. 29-32 .
 2. *Ignatieva M.V.* Procedural and institutional issues with the observation of the rights and legitimate interests of victims and provision of their personal safety: Dis. candidate. law sciences. M., 2000. 229 p.
 3. *Kalnitskiy V.V., Marfitsin P.G.* Investigative activities, coupled with the restriction of constitutional rights: a training manual. Omsk, 2004. 79 p.
 4. Commentary on the Criminal Procedure Code of the Russian Federation / Researcher. Ed. V.T. Tomin, M.P. Polekov. M., 2012. 1370 p.
 5. Forensics / Ed. I.F. Gerasimov and L.Y. Drapkin. M., 1994. 534 p.
 6. Forensics. Full course: the textbook / under the general editorship. A.G. Filippov. M., 2011. 835p.
 7. The investigation of certain types of crimes / ed. O.Y.Baev. Voronezh, 1986. 192 p.
 8. Guide for investigators / Ed. N.A. Selivanov, N.A. Snetkov. M., 1998. 732 s.
 9. *Selivanov N.A., Terebilov V.I.* Initial investigations. M., 1969. 296p.
 10. *Sementsov V.A.* Investigative steps: a training manual. Ekaterinburg, Publishing House of the Ural State Law Academy, 2003. 87p.
 11. *Sumin A.E.* Pre-trial proceedings in criminal cases involving crimes in the securities market: Dis candidate of law sciences. - Nizhny Novgorod, 2011. 265 p.
 12. *Sychev P.G.* Details of Participation and guarantee the rights of organizations (legal persons) on the pre-trial stages of criminal proceedings: Dis candidate. jurid. Sciences. - Moscow, 2008. 231p.
 13. *Shaifer S.A.* Investigative actions: the system and the procedural form. M., 2001. 208 p.
-

В.И. ХРИПУНОВ

выпускник историко-филологического факультета
ОГПИ, директор гимназии №34 с 1977 по 2009г.
E-mail: Hripunov.Yu.V@yandex.ru

**УЧИТЕЛЯ ОРЛОВЩИНЫ:
«К 100-ЛЕТИЮ УЧИТЕЛЬСКОЙ ДИНАСТИИ ХРИПУНОВЫХ...»**

1913-2013 годы – это столетие учительской деятельности семьи Хрипуновых по обучению и воспитанию детей и юношества многих поколений. Вся жизнь династии Хрипуновых неразрывно связана с Орловским краем, а более полувека деятельности – с Орловским государственным университетом.

Иван Алексеевич Хрипунов, мой отец, – родоначальник учительства в семье Хрипуновых. Родился он в крестьянской семье в деревне Залипаевка Малоархангельского уезда Орловской губернии 7 апреля 1895 года (23 марта по старому стилю).

В 1913 году Иван Алексеевич окончил школу с отличием и получил юбилейное свидетельство №10 от 30 апреля 1913 года в честь 300-летия дома Романовых. В том же году он поступает в Новиковскую учительскую семинарию Тамбовской губернии.

Шла Первая Мировая война [1, 3]. В феврале 1915 года Иван Алексеевич уходит в армию на правах вольноопределяющегося на основании п. 1 ст. 37 Высочайше утвержденного 23 июня 1913 года закона об изменении Устава о воинской повинности. Воевал на Западном фронте в должности командира взвода полковой разведки, укомплектованного молодыми народными учителями. В январе 1919 года был принят в РКП(б), затем работал в различных советских органах и органах народного образования Малоархангельского уезда. В 1920 году избран председателем уездного правления профсоюза работников просвещения. С весны 1921 года – ГубОНО (Губернский Отдел Народного образования). С осени 1922 года – заместитель заведующего Орловским рабфаком и секретарь фракции РКП(б) с правом учиться. Осенью 1924 года переведен с Рабфаком в г. Тамбов. После окончания рабфака, осенью 1925 года, направлен в Одесский Институт народного хозяйства, где совмещал учебу с работой в Детгородке имени Коминтерна в качестве преподавателя в школе. Осенью 1928 года мобилизован в пропагандистскую группу ЦККП(б) Украины, а в 1929 году в пропагандистскую группу ЦК ВКП(б) в качестве ее члена и руководителя по Николаевскому округу. Осенью 1930 года вернулся в Одессу для окончания института, но в марте 1931 года с последнего курса направлен аспирантом в Институт Красной Профессуры в Харькове, где учился и преподавал социально-экономические дисциплины в вузах Харькова. В это время неоднократно отвлекался на хлебозаготовки и другие хозяйственно-политические кампании. В июле 1933 года окончил Харьковский Аграрный Институт Красной Профессуры. Был направлен в Одесскую область ответственным инструктором 10-го политсектора. В октябре 1934 года ЦККП(б)У переведен проректором и заведующим

кафедрой политэкономии в Харьковскую ВКСХШ, а весной 1935 года на ту же должность во вторую Московскую ВКСХШ (г. Рязань) [3, 8]. В июне 1938 года утвержден в ученом звании доцента по кафедре политэкономии. Иван Алексеевич был безукоризненно грамотным, обладал удивительной памятью, в совершенстве владел немецким языком, свободно говорил и писал на украинском языке.

В феврале 1939 года направлен ЦК ВКП(б) на работу в Орловскую область, где с марта по декабрь последовательно работал лектором, заместителем заведующего отделом пропаганды и агитации Орловского обкома ВКП(б), а с 7 декабря 1939 года был утвержден секретарем Орловского обкома ВКП(б) по пропаганде. В марте месяце 1940 года избран членом пленума и бюро Орловского обкома ВКП(б) [2].

С началом Великой Отечественной войны Иван Алексеевич был назначен организатором и руководителем партизанского движения и подполья на территории Орловской области [2, 9-10].

После окончания войны 1945 по 1947 год И.А. Хрипунов возрождает Кабардинский педагогический институт. В 1947 году переезжает в Орел и до конца жизни работает на кафедре политэкономии Орловского государственного педагогического института.

Тычинская Варвара Константиновна, моя мать, родилась 13 января 1898 года в селе Кривец Малоархангельского уезда Орловской губернии в многодетной семье крестьянина Константина Тычинского. Успешно окончив Орловское Епархиальное Училище, была удостоена звания учительницы церковно-приходской школы (свидетельство за номером 2/398 от 06 октября 1915 года) [22]. Получила направление в Моздокское Отделение Владикавказского Епархиального Учительского Совета, который назначил ее в станицу Новоивановскую учительницей церковно-приходской школы от 15 сентября 1916 года. По независящим от родителей обстоятельствам (1-я Мировая и Гражданская войны) они были надолго разлучены и только в 20-е годы сложилась наша семья. Переезжая с Иваном Алексеевичем по его назначениям, Варвара Константиновна до конца 30-х годов продолжала работать учительницей [3, 19].

Хрипунов Павел Иванович, мой старший брат,

после возвращения нашей семьи в Орел окончил 10-й класс и в 1949 году поступил в Орловский государственный педагогический институт на филологический факультет и закончил его в 1953 году. Работал в школах города, а затем инспектором ОБЛОНО. С открытием ОБЛДЭТС переходит туда на работу, занимается детским туризмом, организует и возглавляет областную секцию туризма. Во время отпуска работает инструктором альпинизма в лагерях Центрального и Западного Кавказа. С образованием областных советов профсоюзов по туризму Павел Иванович создает и возглавляет Орловский областной совет по туризму и экскурсиям, участвует в строительстве комплекса гостиницы «Салют», турбазы на реке Цон. Все годы ведет активную работу по туризму через секции на заводах и в учебных заведениях. Регулярными стали майские и осенние слеты в живописных местах Орловщины. Это был период подъема массового спортивного туризма. Работал туристический поезд «Здоровье», вывозивший по выходным дням бесплатно учащихся, студентов, рабочих в Думчино, где организовывались лыжные соревнования, игры.

Я, младший сын Ивана Алексеевича, Хрипунов Вадим Иванович продолжил семейную традицию, поступив в 1958 году в ОГПИ на историко-филологический факультет. В период учебы был бессменным корреспондентом газеты «За педагогические кадры», занимался альпинизмом и туризмом, являлся председателем секции туризма и альпинизма ОГПИ. В 1959 году активно участвовал в подготовке и проведении восхождения на высочайшую вершину Европы Эльбрус группы студентов ОГПИ.

Восхождением руководили инструкторы по альпинизму В.Д. Маслов и П.И. Хрипунов. Восхождение было посвящено 40-летию Орловского комсомола.

После окончания ОГПИ работал учителем истории в школах Орла и области. В 1967 в составе сборной команды мототуристов СССР участвовал в походе по странам восточной Европы. С 1974 года – директор школы рабочей молодежи г. Орла, а с 1977 по 2009 год бессменный директор школы №34, а затем единственной в своем роде в России – гимназии №34 спортивного профиля, работавшей в тесном сотрудничестве со СДЮШОР №3 и Орловским областным врачебно-физкультурным диспансером. (Опыт гимназии был обобщен на международной научно-практической конференции «Национальный проект «Здоровье»: медико-социальные и психолого-педагогические аспекты сохранения здоровья детей, подростков и юношества» ОГУ – 2007, материалы вошли в одноименный сборник). Многократно награждался за педагогическую и спортивную работу грамотами Областного Совета депутатов, ОГУ, центрального клуба авмототуристов и другими. Имею звания и награды: мастер спорта по туризму СССР, судья Всероссийской категории по туризму, «Отличник народного образования», «Отличник физической культуры и спорта», «Ветеран спорта» [3].

Моя жена, Хрипунова Надежда Юрьевна, выпускница физико-математического факультета ОГПИ, ветеран труда, учитель высшей категории, в настоящее время работает учителем в гимназии №34.

Продолжает учительскую династию и мой младший сын – Хрипунов Юрий Вадимович.

Библиографический список

1. Семейный архив: Свидетельство от 1913 г. О присвоении звания народного учителя Хрипунову И.А.
2. Автобиография члена ВКП(б) с 1919г. (п.б. № 0079871) Хрипунова И.А. от 24.09.1949.
3. Семейный архив: воспоминания Хрипунова И.А., Тычинской В.К., Хрипунова П.И., родных, рассказ полковника КГБ В.Я. Пирогова об отце и И.А. Хрипунове
4. Семейный архив: дипломы И.А. Хрипунова, П.И. Хрипунова, В.И. Хрипунова.
5. Орловская область в годы Великой Отечественной Войны (сост. Смирнов И.Ф., Фефелов В.И.). Орел: Орловское книжное изд-во, 1960. – 496с.
6. Семейный архив: письма И.А. Хрипунова с фронта жене, фотографии.
7. В. Тамбовцев Занимаюсь большим делом... / «Орловская правда» №168 (19039) 21 июня 1985. С.3
8. Память о подвиге. (сост. Пирогов В.А., Воробьева В.Я.) Орел: «Орелиздат». 672с. (с. 125, 186)
9. Семейный архив: Личный листок по учету кадров И.А. Хрипунова.
10. Семейный архив: Свидетельство от 1915 г. О присвоении звания учительницы церковно-приходской школы Тычинской В.К.

ЛИЦО ГОРОДА 2013 – МОЛОДОЙ УЧЕНЫЙ ИЗ ОГУ

Победителем конкурса «Лицо города 2013» в номинации «Молодой ученый» стал старший преподаватель Орловского государственного университета, кандидат физико-математических наук Юрий Хрипунов.

Сегодня о нанотехнологиях говорят повсюду. Но для обывателя они все равно нечто фантастическое. А вот Юрий Хрипунов соприкасается с такой фантастикой каждый день. Исследования с помощью нанотехнологий – его работа.

В 2003 году будущий исследователь окончил гимназию №34 с золотой медалью. Думается, не последнюю роль в его становлении сыграло и то, что он практически всегда находился под бдительным родительским оком. Отец был директором школы, в которой он учился, а мама там же преподавала математику.

В 2008-м Юрий с отличием окончил Орловский государственный университет, а затем и аспирантуру, защитил диссертацию на тему «Особенности формирования и физические свойства наноразмерных структур на основе висмута».

После окончания аспирантуры Юрий Вадимович Хрипунов был принят на должность младшего научного сотрудника НИИ естественных наук Орловского госуниверситета.

А уже с октября прошлого года он – старший преподаватель кафедры физики и заместитель декана по научной, воспитательной работе и заочному обучению физико-математического факультета.

Наноразмерными структурами на основе висмута Юрий продолжает заниматься и сейчас. Что же такое висмут? На вид – кристалл с металлическим блеском, довольно хрупкий, однако на наноуровне – это уникальный материал. На основе висмута и его сплавов изготавливаются тензодатчики, датчики потока тепла, фотоприемные устройства для космических аппаратов. Исследования этого полуметалла перспективны для создания альтернативных источников энергии, квантовых излучателей инфракрасного диапазона, которые находят широкое применение в гражданской, военной и космической технике.

Пока делаются первые наработки, создается задел на будущее, после чего можно будет задавать заявку на грант.

Тематика, которой он занимается под руководством доктора физико-математических наук, профессора Олега Ивановича Маркова, будет востребована. Чтобы заниматься нанотехнологиями, нужно специальное оборудование. Оптический микроскоп – даже самый мощный – способен дать увеличение в две тысячи раз, а нужно до 15-30 тысяч. Такой результат дает зондовый микроскоп, сканирующий поверхность и передающий изображение на компьютер. Такой аппарат в вузе есть, и берегут его как зеницу ока.

Сегодня Юрий Вадимович отвечает не только за продвижение своих исследований, старается также оказывать поддержку всем, кто занимается наукой. На факультете много интересного, и не только по

физике, но и по математике, информатике. В частности, помогает коллегам с выходом на научные конференции.

Сам он участвовал почти в трех десятках все-российских и международных конференций. Опубликовал около 60 научных статей в различных высокорейтинговых журналах, в том числе в Европе и США. Совместно с профессором Марковым выпустил учебное пособие по проблемам зондовой микроскопии.

В прошлом году Ю. Хрипунов стал победителем областного конкурса научных работ молодых ученых, Всероссийского конкурса научных работ 55-й научной конференции МФТИ.

Юрий Вадимович – один из организаторов при университете юношеской специализированной научно-исследовательской школы «Основы нанотехнологий» для учащихся 9-11 х классов. Многие прошедшие эту школу ребята стали неоднократными победителями научных конкурсов регионального и всероссийского уровня.

Однако для расширения научно-познавательного кругозора юных дарований не хватало возможности их непосредственного участия в обсуждении собственных докладов, знакомства с работами коллег. Как оказывалось, в России такой площадки просто нет. Тогда Ю. Хрипунов предложил создать ее самим. И в феврале текущего года в Орле состоялась 1 Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «МИФ – 2013» – для учащихся школ и средних специальных учебных заведений. Свои доклады представили более ста участников из разных регионов России и стран СНГ.

Получая хрустального орла – награду конкурса «Лицо города-2013», он в ответ подарил на память администрации города изображение герба Орла. Исполнено оно с помощью нанотехнологий (выдавливанием атомов) на кремниевой пластинке размером меньше половины спичечного коробка. Кстати, такие изделия умеют делать и орловские участники «МИФа».

Борис Мутаф
(Орловская городская газета
№33(165) 30 августа 2013 г.)
Печатается с сокращениями

УДК 517.537.6

UDC 517.537.6

И.Ф. АВДЕЕВ

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры математического и информационного
анализа экономических процессов Орловского госу-
дарственного университета
E-mail: ivan_avd@mail.ru

I.F. AVDEEV

candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor mathematical and information
analysis of economic processes Orel state university
E-mail: ivan_avd@mail.ru

ОЦЕНКА ОТРЕЗКА РЯДА ДИРИХЛЕ ДЗЕТА-ФУНКЦИИ КВАДРАТИЧНОЙ ФОРМЫ НА ЕДИНИЧНОЙ ПРЯМОЙ

ESTIMATE INTERVAL OF THE DIRICHLET SERIES OF THE ZETA FUNCTION QUADRATIC FORM ON THE UNIT LINE

В статье получено приближенное функциональное уравнения для дзета-функции квадратичной формы отрицательного дискриминанта. Также дана оценка остаточного члена в приближенном функциональном уравнении на полуцелых значениях x .

Ключевые слова: дзета-функция Римана, приближенное функциональное уравнение Харди-Литтлвуда, квадратичная форма, ряд Дирихле.

In this article approximate functional equation was get for zeta-function in square form with negative discriminant. There is also estimation based on half-integer values of X , for residual member in approximate functional equation.

Keywords: Riemann zeta-function, approximate functional equation of Hardy-Littlewood, quadratic form, the Dirichlet series.

В теории дзета-функции Римана $\zeta(s)$ важную роль играет оценка ее модуля на критической полосе. В частности, оценки $\zeta(s)$ при $s = 1 + it$, $t \rightarrow \infty$ используются при выделении области критической полосы, свободной от нулей. При этом всякое усиление данных оценок позволяет расширить указанную область.

К настоящему времени лучшие оценки для $\zeta(s)$ на единичной прямой получаются методом И.М. Виноградова по его схеме, предложенной еще в 1958 году. Применение метода Виноградова для оценки $\zeta(s, K)$ -дзета-функция квадратичной формы K растущего дискриминанта $(-d)$ затруднительно из-за отсутствия подходящего для этих целей приближенного функционального уравнения. Обычно члены такого уравнения включают в себя сомножитель, являющийся значением характера группы классов дивизоров поля $\mathcal{O}(\sqrt{-d})$ для положительно определенных квадратичных форм дискриминанта $(-d)$.

Данное обстоятельство является основным препятствием для эффективного применения метода тригонометрических сумм. В работе [1] получено приближенное функциональное уравнение для $\zeta(s, K)$, главный член которого представляет начальный отрезок ряда Дирихле этой функции, члены которого не «скручены» ни с каким характером. Это дает возможность сведения вопроса о его оценке к оценке двойной дзетовой суммы.

Основная цель настоящей статьи состоит в адаптации метода Виноградова к использованию этих тригонометрических сумм.

Теорема. Пусть $K(m, n)$ – квадратичная форма вида

$$K(m, n) = (2am + bn)^2 + dn^2$$

и ее коэффициенты a, b, c являются целыми числами, удовлетворяющими ограничениям

$$|b| \leq a \leq c,$$

$$d = 4ac - b^2 > 0.$$

Пусть $f(m, n) = (K(m, n))^{-s}$, где $s = 1 + it$, $t > 0$, $t \rightarrow \infty$. Тогда для суммы S вида

$$S = \sum_{m, n \leq t} f(m, n)$$

справедлива оценка

$$S \ll \frac{(\ln t)^{2/3}}{a\sqrt{d}}.$$

Доказательство. Оценим сначала сверху сумму W , составленную из модулей всех слагаемых, входящих в S . Заметим, что подобные оценки для тригонометрических сумм обычно называются тривиальными.

Очевидно, что с точностью до постоянной имеем

$$W \ll \sum_{m, n \leq t} \frac{1}{(2am + bn)^2 + dn^2} \ll \int_{m=1}^{\infty} \int_{n=1}^{\infty} \frac{dmdn}{(2am + bn)^2 + dn^2}.$$

Последний интеграл необходимо оценить сверху.

Лемма 1. Справедлива следующая оценка
$$W \ll \frac{\ln t}{a\sqrt{d}}.$$

Область интегрирования разобьем на две части w_1 и w_2 , относя к первой области w_1 точки (m, n) с условием $(2am + bn)^2 \leq dn^2$, а к области w_2 точки (m, n) с условием $(2am + bn)^2 > dn^2$. Интегралы по этим областям обозначим через I_1 и I_2 . Оценим каждый из них.

В первом случае выполняется неравенство

$$2am + bn \leq n\sqrt{d}.$$

Число a по условию положительно и последнее неравенство запишется в виде

$$2am \leq n(\sqrt{d} - b).$$

В случае положительного b на области w_1 имеем

$$2am \leq n\sqrt{d}.$$

Если же b отрицательно, то воспользуемся условиями

$$|b| \leq a \leq c,$$

$$d = 4ac - b^2.$$

Из них вытекает, что $b^2 \leq ac$, но $d \geq 3ac \geq 3b^2$. Следовательно, $\sqrt{d} \geq -b\sqrt{3}$ и тогда $\sqrt{d} - b \leq 2\sqrt{d}$. Отсюда вытекает, что в каждом из случаев на области w_1 выполнено условие

$$am \leq n\sqrt{d}.$$

Интеграл I_1 тогда оценивается следующим образом

$$\begin{aligned} I_1 &= \iint_{w_1} \frac{dmdn}{(2am + bn)^2 + dn^2} \ll \iint_{\substack{m \leq n\sqrt{d}/a \\ 1 < m, n \leq t}} \frac{dmdn}{dn^2} = \\ &= \frac{1}{d} \int_{\frac{a}{\sqrt{d}}}^t \frac{dn}{n^2} \int_1^{\frac{\sqrt{d}}{a}} dm = \frac{\sqrt{d}}{ad} \int_{\frac{a}{\sqrt{d}}}^t \frac{dn}{n} \leq \frac{\ln t}{a\sqrt{d}}. \end{aligned}$$

Тем самым $I_1 \ll \frac{\ln t}{a\sqrt{d}}$.

Рассмотрим теперь интеграл I_2 . На множестве w_2 выполняется неравенство

$$2am + bn \geq n\sqrt{d}$$

или

$$2am \geq n(\sqrt{d} - b).$$

Но выше было показано, что $|b| \leq \sqrt{\frac{d}{3}}$. Поэтому на w_2 имеем

$$2am \geq 0,4\sqrt{d}$$

$$m \geq \frac{0,2\sqrt{d}}{a}n.$$

В случае, когда коэффициент b положителен, подынтегральное выражение можно заменить на значение $(2am)^{-2}$. Тогда интеграл I_2 оценивается так

$$\begin{aligned} I_2 &\ll \iint_{w_2} \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \frac{dmdn}{4a^2m^2} \ll \frac{1}{a^2} \int_1^{\frac{5a}{\sqrt{d}}} dn \int_1^t \frac{dm}{m^2} + \\ &+ \frac{1}{a^2} \int_{\frac{5ad}{\sqrt{d}}}^t dn \int_{\frac{5an}{\sqrt{d}}}^t \frac{dm}{m^2} \ll \frac{1}{a\sqrt{d}} + \frac{\sqrt{d} \ln t}{a^3} \ll \frac{\ln t}{a\sqrt{d}}. \end{aligned}$$

Так как $\frac{\sqrt{d}}{a^3} \ll \frac{1}{a\sqrt{d}}$, поскольку $a \gg \sqrt{d}$.

Осталось рассмотреть случай, когда $2am + bn \geq n\sqrt{d}$ и $b < 0$. В этом случае $-bn \leq am$, так как в противном случае имеют место неравенства

$$-bn \leq am > 2am + bn > n\sqrt{d},$$

откуда $|b| > \sqrt{d}$, что противоречит ранее полученной

оценке $|b| \leq \sqrt{\frac{d}{3}}$. Следовательно, можно считать, что

подынтегральное выражение в интеграле I_2 оценивается величиной $(2am)^{-2}$. Рассуждая аналогично случаю $b > 0$, для интеграла I_2 приходим к оценке

$$I_2 \ll \frac{\ln t}{a\sqrt{d}}.$$

Вместе с полученной ранее оценкой интеграла I_1 это приводит к неравенству

$$W \ll \frac{\ln t}{a\sqrt{d}}.$$

Лемма 1 доказана.

Далее нам потребуется оценка двойных дзета-сумм.

Лемма 2. Рассмотрим сумму $V(t, M, N)$ вида

$$V(t, M, N) = \sum_{N \leq n \leq 2N} \sum_{M \leq m \leq 2M} \left((2am + bn)^2 + dn^2 \right)^{-it}$$

при условии, что $M, N \ll t$. Тогда при некотором γ с

условием $0 < \gamma < \frac{1}{3}$ для суммы $V(t, M, N)$ выполняется

неравенство

$$|V(t, M, N)| \ll MN \exp \left(-\gamma \frac{\ln^3(N + M)}{\ln^2 t} \right).$$

Доказательство. Положим $z = (M + N)^{\frac{1}{3}}$. Из двух возможных случаев соотношение параметров M и N будем рассматривать только тот, при котором $N \leq M$, так как случай $N > M$ рассматривается аналогично. Пусть x, y – натуральные числа и $1 \leq x, y \leq z$. Тогда для суммы V при фиксированных x, y выполняется соотношение

$$V(t, M, N) = V(x, y) + 2Nz^2\theta,$$

где $|\theta| \leq 1$, сумму $V(x, y)$ можно записать в виде

$$\begin{aligned} V(x, y) &= \sum_{N \leq n \leq 2N} \sum_{M+xy \leq m \leq 2M+xy} ((2am + bn)^2 + dn^2)^{-it} = \\ &= \sum_{N \leq n \leq 2N} \sum_{M+xy \leq m \leq 2M+xy} e^{-it \ln((2am + bn)^2 + dn^2)} = \\ &= \sum_{N \leq n \leq 2N} \sum_{M \leq h \leq 2M} e^{-it \ln((2a(h+xy) + bn)^2 + dn^2)}. \end{aligned}$$

Выбирая главную ветвь логарифма от комплексного числа, получим

$$\begin{aligned} & -it \ln \left((2am + bn)^2 + (n\sqrt{d})^2 \right) = \\ & = -it \ln \left(2 + \sqrt{} \right) + \ln \left(2am + bn - in\sqrt{d} \right) = \\ & = -it \left(\ln \left(2ah + bn + in\sqrt{d} \right) + \right. \\ & + \ln \left(1 + \frac{2axy}{2ah + bn + in\sqrt{d}} \right) + \ln \left(2ah + bn - in\sqrt{d} \right) + \\ & + \ln \left(1 + \frac{2axy}{2ah + bn - in\sqrt{d}} \right) \Bigg) = \\ & = -it \ln \left((2ah + bn)^2 + dn^2 + \right. \\ & + \ln \left(1 + \frac{2axy}{2ah + bn + in\sqrt{d}} \right) \\ & + \ln \left(1 + \frac{2axy}{2ah + bn - in\sqrt{d}} \right) \Bigg) = -it\varphi(x, y). \end{aligned}$$

Подставим найденные выражения в сумму $V(x, y)$ и просуммируем по x и y . Получим

$$\begin{aligned} z^2 V(t, M, N) &= \sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} \sum_{N \leq n \leq 2NM} \sum_{m \leq 2M} e^{-it\varphi(x, y)} + 2Nz^4 \theta, \\ |V(t, M, N)| &\ll z^2 \sum_{N \leq n \leq 2NM} \sum_{h \leq 2M} \left| \sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} e^{-it\varphi(x, y)} \right| + Nz^2. \end{aligned}$$

Положим, далее

$$\begin{aligned} \varphi_1(x, y) &= \ln \left(1 + \frac{2axy}{2ah + bn + in\sqrt{d}} \right) + \\ &+ \ln \left(1 + \frac{2axy}{2ah + bn - in\sqrt{d}} \right) = \varphi_{11} + \varphi_{12}. \end{aligned}$$

Очевидно, что

$$\left| \sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} e^{-it\varphi(x, y)} \right| = \left| \sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} e^{-it(\varphi_{11} + \varphi_{12})} \right|.$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} |V(t, M, N)| &\ll NM(N + M)^{\frac{2}{3}} \times \\ &\times \left| \sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} e^{-it(\varphi_{11} + \varphi_{12})} \right| + N(N + M)^{\frac{2}{3}}. \end{aligned}$$

Далее будем оценивать двойную сумму по параметрам x и y . Для этого оценим модуль членов, дополняющих единицу в выражениях, стоящих под знаком логарифма в символах φ_{11} и φ_{12} . Имеем

$$\left| \frac{2axy}{2ah + bn + in\sqrt{d}} \right| = \left| \frac{2axy}{2ah + bn - in\sqrt{d}} \right|.$$

Тогда

$$\begin{aligned} |H| &= \left| \frac{2axy}{2ah + bn + in\sqrt{d}} \right| \geq \left| \frac{2axy}{ah + in\sqrt{d}} \right| \geq \\ &\geq \frac{|2axy|}{|ah|} \leq \frac{2xy}{M} \leq \frac{2z^2}{M} \leq \frac{8M^{\frac{2}{3}}}{M} = 8M^{-\frac{1}{3}}, \end{aligned}$$

так как $a > \sqrt{d} > |b|$, $n \leq m$.

Наложим на M условие $M > 2^{12}$. Тогда $|H| \leq \frac{1}{2}$.

Раскладывая величину $\ln(1 + H)$ в ряд Тейлора в окрестности точки $H = 0$, получим

$$\begin{aligned} \ln(1 + H) &= H - \frac{H^2}{2} + \frac{H^3}{3} - \frac{H^4}{4} + \dots + \\ &+ (-1)^{r+1} \frac{H^r}{r} + R_r = A_r(H) + R_r. \end{aligned}$$

Для остатка R_r очевидно выполняется оценка

$$\begin{aligned} |R_r| &\leq \frac{|H|^{r+1}}{r+1} + \frac{|H|^{r+2}}{r+2} + \dots = \\ &= \frac{|H|^{r+1}}{r+1} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots \right) = \frac{2}{r+1} |H|^{r+1}. \end{aligned}$$

Сделаем выбор значения параметра r , считая, что число γ в формулировке леммы 2 удовлетворяет неравенству $\gamma \leq 3^{-6}$. Поэтому можно считать

$$\begin{aligned} \frac{\ln^3 M}{3^6 \ln^2 t} &\geq 1, \\ \ln^3 M &\geq 3^6 \ln^2 t, \\ \ln M &\geq 3^2 \ln^{\frac{2}{3}} t, \\ M &\geq e^{9 \ln^{\frac{2}{3}} t}. \end{aligned}$$

Но $|H| \leq 8M^{-\frac{1}{3}}$. Поэтому

$$|R_r| \leq \frac{2|H|^{r+1}}{r+1} \leq 8^{r+1} \frac{2}{r+1} M^{-\frac{r+1}{3}} \leq 8^{r+1} e^{-3(r+1)\ln^{\frac{2}{3}} t}.$$

Если $t \geq e^3$, то $|R_r| \leq \frac{1}{2}$. Далее

$$\begin{aligned} e^{-it(\varphi_{11} + \varphi_{12})} &= e^{-it(\ln(1+H) + \ln(1+\overline{H}))} \\ &= e^{-it(A_r(H) + R_r + A_r(\overline{H}) + \overline{R_r})} = e^{-it(A_r(H) + A_r(\overline{H}))} e^{-it(R_r + \overline{R_r})}. \end{aligned}$$

Но $t |R_r + \overline{R_r}| < 2t |R_r|$. Выбирая значение параметра r из условия

$$r = \left\lceil \frac{\ln^{\frac{1}{3}} t}{3} \right\rceil + 1,$$

получим

$$r \geq \frac{\ln^{\frac{1}{3}} t}{3} \geq \frac{\ln^{\frac{1}{3}} t}{3} - 1 + \frac{\gamma}{3} + \frac{1}{2}.$$

Тогда

$$\begin{aligned} \ln^{\frac{1}{3}} t &< 3 \left(r + 1 - \frac{\gamma}{3} \right) - \frac{3}{2}, \\ \ln t &< 3 \left(r + 1 - \frac{\gamma}{3} \right) \ln^{\frac{2}{3}} t - \frac{3}{2} \ln^{\frac{2}{3}} t \ln t - \\ &- 3(r+1) \ln^{\frac{2}{3}} t < -\gamma \ln^{\frac{2}{3}} t - \frac{3}{2} \ln^{\frac{2}{3}} t. \end{aligned}$$

Следовательно, $r \leq \frac{\ln^{\frac{1}{3}} t}{3} + 1$ и

$$t \left(R_r + \bar{R}_r \right) \leq 2t |R_r| \leq 28^{r+1} \frac{2}{r+1} e^{-3(r+1)\ln^{\frac{2}{3}} t + \ln t} \leq$$

$$\leq \frac{2^5 8^r}{(r+1) e^{\frac{3}{2} \ln^{\frac{2}{3}} t}} e^{-\gamma \ln^{\frac{2}{3}} t} \leq \frac{2^6 2^{\frac{1}{3} \ln^{\frac{2}{3}} t}}{(r+1) e^{\frac{3}{2} \ln^{\frac{2}{3}} t}} e^{-\gamma \ln^{\frac{2}{3}} t}.$$

Но при $t > 100$ имеем $\frac{2^8}{r+1} e^{\frac{1}{3} \ln^{\frac{2}{3}} t - \frac{3}{2} \ln^{\frac{2}{3}} t} < \frac{1}{2}$, поэто-

му $\left| t \left(R_r + \bar{R}_r \right) \right| < \frac{e^{-\gamma \ln^{\frac{2}{3}} t}}{2} < \frac{1}{2}$, следовательно

$$\left| e^{-it \left(R_r + \bar{R}_r \right)} - 1 \right| \leq \frac{e^{-\gamma \ln^{\frac{2}{3}} t}}{2},$$

$$e^{-it(\varphi_1 + \varphi_2)} = e^{-it \left(A_r(H) + A_r(\bar{H}) \right)} + O \left(e^{-\gamma \ln^{\frac{2}{3}} t} \right),$$

$$\sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} e^{-it(\varphi_1 + \varphi_2)} = \sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} e^{-it \left(A_r(H) + A_r(\bar{H}) \right)} + O \left(z^2 e^{-\gamma \ln^{\frac{2}{3}} t} \right).$$

Обозначим последнюю сумму через T и займемся ее оценкой. Рассмотрим $\varphi_2(q)$ многочлен r -ой степени вида

$$\varphi_2(q) = \sum_{k=1}^r \alpha_k q^k,$$

где

$$\alpha_k = \frac{t}{\pi k} \operatorname{Re} \left(\frac{2a}{2ah + bn + in\sqrt{d}} \right)^k (-1)^{k+1}.$$

Тогда имеет место равенство

$$T = \sum_{1 \leq x \leq z} \sum_{1 \leq y \leq z} e^{-2\pi i \varphi_2(xy)},$$

поскольку при $q = xy$ выполняется равенство

$$2\pi i \varphi_2(q) = t \left(A_r(H) + A_r(\bar{H}) \right). \quad \text{тригонометриче-}$$

ская сумма T по своему виду близка к сумме, которая возникает при оценке дзета-функции Римана на единичной прямой, наилучшие оценки которой получаются по методу И.М. Виноградова. И в нашем случае будем использовать тот же метод.

При натуральном s имеем

$$|T|^{2s} \leq z^{2s-1} \sum_{x=1}^z \left| \sum_{y=1}^z e^{2\pi i (\alpha_1 xy + \dots + \alpha_r x^r y^r)} \right|^{2s} \leq$$

$$\leq z^{2s-1} \sum_{\lambda_1, \dots, \lambda_r} J_{s,r}(\lambda_1, \dots, \lambda_r) \times \left| \sum_{x=1}^z e^{2\pi i (\alpha_1 xy + \dots + \alpha_r x^r y^r)} \right|$$

Здесь через $J_{s,r}(\lambda_1, \dots, \lambda_r)$ обозначается число решений системы диофантовых уравнений вида

$$\begin{cases} x_1 + \dots - x_{2s} = \lambda_1, \\ \dots \\ x_1^r + \dots - x_{2s}^r = \lambda_r, \\ 1 \leq x_1, \dots, x_{2s} \leq z. \end{cases}$$

Далее

$$|T|^{4s^2} \leq z^{4s^2-2s} \left(\sum_{\lambda_1, \dots, \lambda_r} J_{s,r}(\lambda_1, \dots, \lambda_r) \right)^{2s-1} \times$$

$$\times \sum_{\lambda_1, \dots, \lambda_r} J_{s,r}(\lambda_1, \dots, \lambda_r) \times \left| \sum_{x=1}^z e^{2\pi i (\alpha_1 xy + \dots + \alpha_r x^r y^r)} \right|^{2s} \leq$$

$$\leq z^{8s^2-4s} J_{s,r}(0, \dots, 0) \times$$

$$\times \left| \sum_{\substack{\lambda_1, \dots, \lambda_r \\ \mu_1, \dots, \mu_r}} J_{s,r}(\mu_1, \dots, \mu_r) e^{2\pi i (\alpha_1 \lambda_1 \mu_1 + \dots + \alpha_r \lambda_r \mu_r)} \right|$$

Переменные $\mu_1, \dots, \mu_r$ меняются в тех же границах что и $\lambda_1, \dots, \lambda_r$, а они удовлетворяют неравенствам

$$|\lambda_1| < zs, \dots, |\lambda_r| < z^r s$$

и пробегает сплошной промежуток.

Во внутренней сумме правой части последнего равенства можно произвести суммирование по переменным $\lambda_1, \dots, \lambda_r$. Воспользуемся стандартным обозначением $\|\alpha\|$ для значения расстояния от вещественного числа α до ближайшего к нему целого числа и применим известную оценку [2, с.51]

$$\left| \sum_{x=M}^{M+p-1} e^{2\pi i \alpha x} \right| \leq p \left(1 + \|\alpha\| p \right)^{-1}.$$

Получим

$$z^{8s^2-4s} J_{s,r}(0, \dots, 0) \times \sum_{\mu_1, \dots, \mu_r} J_{s,r}(\mu_1, \dots, \mu_r) \times$$

$$\times A_1 \left(1 + \|\alpha_1 \mu_1\| A_1 \right)^{-1} \times \dots \times A_r \left(1 + \|\alpha_r \mu_r\| A_r \right)^{-1} \leq$$

$$\leq z^{8s^2-4s} J_{s,r}^2(0, \dots, 0) \times \prod_{k=1}^r \sum_{|\mu_k| < A_k} A_k \left(1 + \|\alpha_k \mu_k\| A_k \right)^{-1},$$

где $A_m = 2sz^m$, $m = 1, \dots, r$.

Далее необходимо для каждого m оценить сумму по индексу μ_m в правой части последнего равенства. Напомним, что коэффициенты α_k определяются так

$$\alpha_k = \frac{t}{\pi k} \operatorname{Re} \left(\frac{2a}{2ah + bn + in\sqrt{d}} \right)^k (-1)^{k+1}.$$

Будем искать выражение для величины $\|\alpha_k\|$. Обозначим через β аргумент комплексного числа η

$$\eta = \frac{2a}{2ah + bn - in\sqrt{d}}.$$

$$\text{Тогда } |\eta| = \frac{2a}{((2ah + bn)^2 + in^2 d)^{1/2}}, \quad \eta = |\eta| e^{i\beta},$$

$$\operatorname{Re}(\eta^k) = |\eta|^k \cos \beta_k,$$

$$\alpha_k = \frac{t}{\pi k} |\eta|^k \cos \beta_k.$$

Поскольку значение $\|\alpha_k\|$ находится в знаменателе выражения, которое нуждается в оценке сверху, то саму величину $\|\alpha_k\|$ требуется оценить снизу. Можно рассчитывать на подобные оценки лишь в том случае,

когда $|\alpha_k| < 0,5$. Определим, при каких k можно обеспечить выполнение этого неравенства. Неравенство $|\alpha_k| = \left| \frac{t}{\pi k} \eta^k \cos \beta k \right| \leq \frac{1}{2}$ будет выполнена, если

$$\begin{aligned} \frac{t}{\pi k} |\eta^k| &\leq \frac{1}{2}, \\ |\eta^k| &\leq \frac{\pi k}{2t}, \\ |\eta| &\leq \sqrt[k]{\frac{\pi k}{2t}}, \\ \frac{2a}{((2ah+bn)^2 + n^2d)^{1/2}} &\leq \left(\frac{\pi k}{2t} \right)^{\frac{1}{k}}, \\ \frac{1}{\left(\left(h + \frac{bn}{2a} \right)^2 + n^2 \frac{d}{4a^2} \right)^{1/2}} &\leq \left(\frac{\pi k}{2t} \right)^{\frac{2}{k}}, \\ \left(h + \frac{bn}{2a} \right)^2 + \frac{n^2d}{4a^2} &\geq \left(\frac{2t}{\pi k} \right)^{\frac{2}{k}}. \end{aligned}$$

Но левая часть последнего неравенства превосходит величину $\frac{M^2}{4}$, поэтому последнее неравенство будет выполнено, если

$$\frac{M^2}{4} > t^{\frac{2}{k}}$$

или

$$\begin{aligned} 2 \ln M - 2 \ln \eta &\geq \frac{2}{k} \ln t, \\ k &\geq \frac{\ln t}{\ln \frac{M}{2}} = B_1. \end{aligned}$$

При значениях k , меньших указанной границы B_1 , исследуемую сумму будем оценивать тривиально. Если же $k > B_1$, то

$$|\alpha_k| = \left\| \alpha_k \right\| = \left| \frac{t}{\pi k} \eta^k \cos \beta k \right|$$

Выделим те значения k , для которых выполняется неравенство

$$|\cos \beta k| < 0,01.$$

Положим, $\alpha_0 = \arccos 10^{-2}$, тогда решение последнего неравенства запишется так

$$\frac{\pi}{2} + 9\pi - \alpha_0 < \beta k < \frac{\pi}{2} + 9\pi + \alpha_0,$$

где 9 – произвольное целое число. Отсюда

$$1 + 29 - \frac{2\alpha_0}{\pi} < \frac{2\beta k}{\pi} < 1 + 29 + \frac{2\alpha_0}{\pi}.$$

Это неравенство заменим на более сильное

$$\left\| \frac{2\beta k}{\pi} \right\| < \frac{2\alpha_0}{\pi} = \alpha_1.$$

В нашем случае параметр k меняется в пределах

$$\frac{\ln t}{\ln \frac{M}{2}} < k \leq 3 \frac{\ln t}{\ln M} + 1.$$

Можно предполагать, что множество значений k не пусто.

Для числа $\beta_0 = \frac{2\beta}{\pi} < \frac{2}{3}$ возьмем рациональное приближение $\frac{P}{Q}$ со знаменателем Q , не превосходящим значения 2, с условием $\left| \beta_0 - \frac{P}{Q} \right| \leq \frac{10^{-2}}{2Q}$. Тогда параметр k , при котором выполняется неравенство

$$\left\| \frac{2\beta k}{\pi} \right\| < \alpha_1, \text{ будет кратен } Q. \text{ Для всех прочих } k$$

$$|\cos \beta k| \geq 0,01,$$

$$\left\| \alpha_k \right\| \geq 0,01 \frac{t}{\pi k} \left(\frac{M}{2} \right)^{-k},$$

$$|\alpha_k| \leq \frac{t}{\pi k} \left(\frac{M}{2} \right)^{-k}.$$

Поэтому исследуемая сумма оценивается так [3, с.97]

$$\begin{aligned} \sigma_k &= \sum_{|\mu_k| < A_k} A_k (1 + \left\| \alpha_k \mu_k \right\| A_k)^{-1} \leq \\ &\leq A_k (A_k \alpha_k - \ln \alpha_k) \leq A_k^2 \alpha_k. \end{aligned}$$

Перемножая полученные оценки по всем Q , приходим к неравенству

$$|T|^{4s^2} \ll z^{8s^2-4s} J_{s,r}^2(0, \dots, 0) \times \prod_{\substack{k=1 \\ k \nmid Q \\ k > \frac{\ln t}{\ln \frac{M}{2}}}}^r A_k^2 \alpha_k \prod_{\substack{k \leq \frac{\ln t}{\ln \frac{M}{2}} \\ Q \nmid k}} A_k^2 \prod_{Q \mid k} A_k^2. \quad (1)$$

Величина $J_{s,r}(0, \dots, 0)$ оценивается по теореме И.М. Виноградова о среднем значении сумм Вейля. При $s \geq c_0 r^2$ имеет место оценка

$$J_{s,r}(0, \dots, 0) < r^{30r^3} z^{2s-0,5r(r+1)(1-\delta)},$$

где $\delta > 0$ – положительное число, которое может быть выбрано сколь угодно малым в зависимости от величины c_0 .

Произведение всех величин A_k^2 удовлетворяет неравенству

$$\prod_{k=1}^r A_k^2 \leq z^{r(r+1)} r^{2r}.$$

Подсчет значений произведения

$$\prod_{k=1}^r A_k^2 \alpha_k$$

сомножителей α_k , входящих в первое произведение неравенства (1), показывает, что справедлива оценка

$$\prod_{k=1}^r A_k^2 \alpha_k \ll z^{-r(r+1)\delta_0},$$

где δ_0 – положительная эффективно вычисляемая постоянная. Можно полагать, что $\delta_0 = 4\delta$. Отсюда получаем неравенство

$$|T|^{4s^2} \ll z^{8s^2-4s} \times \left(r^{30r^3} z^{2s-0,5r(r+1)(1-\delta)} \right)^2 \times$$

$$\times z^{r(r+1)} r^{2r} z^{-r(r+1)4\delta} = z^{8s^2 - \delta r(r+1)} r^{60r^3 + 2r},$$

$$|T| \ll z^{2 - \frac{\delta r(r+1)}{4s^2}} r^{\frac{60r^3 + 2r}{4s^2}},$$

но $s = c_0 r^2$, $c_0 \geq 1$ поэтому

$$|T| \ll z^{2 - \frac{\delta_1}{r^2}} r^{\frac{\ln r}{c_0^2 r^4} (60r^3 + 2r)} \ll z^{2 - \frac{\delta_1}{r^2}},$$

где $\delta_1 > 0$ – некоторая постоянная, но

$$r^2 = \left(\left\lceil \frac{3 \ln t}{\ln M} \right\rceil + 1 \right)^2, \text{ поэтому}$$

$$\frac{\delta_1}{r^2} \geq \frac{\delta_1}{\left(\frac{4 \ln t}{\ln M} \right)^2} \geq \frac{\delta_1 (\ln M)^2}{16 (\ln t)^2}.$$

Отсюда

$$z^{-\frac{\delta_1}{r^2}} = e^{-\frac{\delta_1 \ln z}{r^2}} \leq e^{-\frac{\delta_1 (\ln M)^2}{16 (\ln t)^2} \ln z}.$$

Но $\ln z > \frac{1}{4} \ln M$, поэтому

$$z^{-\frac{\delta_1}{r^2}} \leq e^{-\frac{\delta_1 (\ln M)^3}{64 (\ln t)^2}}.$$

Таким образом, справедлива оценка

$$|T| \ll z^2 e^{-\frac{\delta_1 (\ln M)^3}{64 (\ln t)^2}}.$$

Подставляя эту оценку в выражение для $V(t, M, N)$, получим

$$V(t, M, N) \ll MN \exp \left(-\gamma \frac{\ln^3(N+M)}{\ln^2 t} \right),$$

где $0 < \gamma < -\frac{\delta_1}{64}$. Лемма 2 доказана.

Доказательство теоремы. Утверждение теоремы вытекает из Лемм 1 и 2 простым применением преобразования Абеля.

Библиографический список

1. Воронин С. М. О нулях дзета-функций квадратичных форм // Докл. АН СССР. 1977. Т. 235, № 2. С. 257–258.
2. Виноградов И. М. Основы теории чисел. М.: Наука, 1981 г.
3. Карацуба А. А. Основы аналитической теории чисел. М.: Наука. 2-е изд. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. -240с
4. Архипов Г. И., Садовничий В. А., Чубариков В. Н. Лекции по математическому анализу: Учеб. для вузов. 4-ое изд., М.: Дрофа, 2004. 640с.

References

1. Voronin S. M. About zero dzeta-functions of square forms // Dokl. Academy of Sciences of the USSR. 1977. T. 235, No. 2. Pp 257-258.
2. Vinogradov I. M. Bases of the theory of numbers. M.: Science, 1981.
3. Karatsuba A. A. Of a basis of the analytical theory of numbers. - M.: Science. 2nd prod. Main edition of physical and mathematical literature, 1983. 240p.
4. Arkhipov G. I. Sadovnichy V. A. Chubarikov V. N. Lectures on the mathematical analysis: Studies. for higher education institutions. 4th prod. M.: Bustard, 2004. 640p.

УДК 517.98

UDC 517.98

Н.А. АКСЁНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и информатики Орловского филиала Финансового университета при правительстве Российской Федерации
E-mail: aksenovna@inbox.ru

N.A. AKSYONOV

candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of mathematics and informatics Financial university at the government of the Russian Federation
E-mail: aksenovna@inbox.ru

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ СИСТЕМ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ**

**THE ANALYTIC SOLVABILITY OF THE COMPLEX PROBLEM OF CAUCHY
FOR SOME SYSTEMS OF DIFFERENTIAL-OPERATOR EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENTS**

В работе рассматриваются как «сильные», так и «слабые» условия аналитической разрешимости комплексной задачи Коши, поставленной для некоторого класса систем дифференциально-операторных уравнений с переменными коэффициентами, исследуемых в локально выпуклых пространствах.

Ключевые слова: комплексная задача Коши, система дифференциально-операторных уравнений, переменные коэффициенты, локально выпуклое пространство, порядок оператора, тип оператора.

In this paper as «strong» and «weak» condition of analytic solvability of the complex problem of Cauchy posed for a class of systems of differential-operator equations with variable coefficients, studied in locally convex spaces.

Keywords: complex Cauchy problem, the system of differential-operator equations, variable coefficients, locally convex space, operator order, operator type.

Введение

Теория комплексной задачи Коши для систем дифференциальных и дифференциально-операторных уравнений насчитывает в своём развитии не одно десятилетие. Она берёт своё начало от фундаментальных трудов французского математика О.Л. Коши, поставившего эту задачу в 1842 году. Именно он впервые показал, что разрешимость задачи в некотором классе аналитических функций непосредственно связана с аналитичностью и порядками операторных коэффициентов системы уравнений. Впоследствии, в 1875 году, к аналогичному результату независимо от Коши пришла С. Ковалевская, поэтому установленные ими результаты вошли в теорию уравнений с частными производными как достаточные условия аналитической разрешимости Коши-Ковалевской (или просто теорема Коши-Ковалевской).

Тем самым, с 1842 года и по настоящее время исследования по этой тематике продолжаются, устанавливая всё новые и новые факты, относящиеся к проблеме аналитической разрешимости задачи Коши в различных пространствах. Не ставя перед собой целью обозреть в рамках настоящей работы многочисленное наследие результатов, установленных математическим сообществом для задачи Коши на протяжении последних 170 лет, особо отметим работы Ж. Лере, Л. Гординга, Т. Котакэ [8], С. Мизохата [10], Ф. Тревеса [13], Ю.А. Дубинского [5], [6], а также монографию [7], где приведена обширная библиография по теме.

Проводя исследование комплексной задачи Коши для некоторых видов систем дифференциально-операторных уравнений с принадлежащими произвольному локально выпуклому пространству H операторными коэффициентами, автором [1], [2] был получен аналог достаточных условий Коши-Ковалевской аналитической разрешимости таких систем, сформулированный в терминах порядка $\beta(A)$ и типа $\alpha(A)$ линейного непрерывного оператора $A: H \rightarrow H$ [4]. Так, в работе [1] изучалась задача Коши для системы дифференциально-операторных уравнений первого порядка со смешанными операторами вида $A_\tau(z_\tau) = \phi(z_\tau)A_\tau$:

$$\frac{\partial u(z_1, z_2, \dots, z_l)}{\partial z_\tau} = \phi(z_\tau)A_\tau u(z_1, z_2, \dots, z_l), \quad (1)$$

$$u(a_1, a_2, \dots, a_l) = x_0, \quad x_0 \in H, \quad a_\tau \in D_\tau, \quad \tau = 1, 2, \dots, l.$$

где $A_\tau: H \rightarrow H$, $\tau = 1, 2, \dots, l$ – линейные непрерывные, перестановочные друг с другом операторы, а $\phi(z_\tau)$, $\tau = 1, 2, \dots, l$ – скалярные функции одной комплексной переменной, однозначные и аналитические в односвязных областях D_τ (каждая в своей).

Доказана

Теорема 1. Задача Коши (1) имеет единственное решение $\forall x_0 \in H$, являющееся аналитической в некоторой области пространства $\mathbb{C}^l$ вектор-функцией $u(z_1, z_2, \dots, z_l)$ l комплексных переменных со значениями в пространстве H ,

если операторы $A_\tau \in \mathfrak{N}_H^{\beta(A_\tau), \alpha(A_\tau)}[1, \infty)$. 1

Сходный результат был установлен для задачи Коши, поставленной для системы дифференциально-операторных уравнений произвольного конечного порядка $m_\tau \in \mathbb{N}[2]$:

$$\frac{\partial^{m_\tau} u(z_1, z_2, \dots, z_l)}{\partial z_\tau^{m_\tau}} = A_\tau u(z_1, z_2, \dots, z_l), \quad \tau = 1, 2, \dots, l, \quad (2)$$

$$u(a_1, a_2, \dots, a_l) = v_{00}, \quad \frac{\partial^k u(a_1, a_2, \dots, a_l)}{\partial z_\tau^k} = v_{\tau k},$$

где $a_\tau \in \mathbb{C}$, $v_{00}, v_{\tau k} \in H$, $1 \leq k \leq m_\tau - 1$, $\tau = 1, 2, \dots, l$. Доказана

Теорема 2. Задача Коши (2) имеет единственное решение для любых векторов

$v_{00}, v_{\tau k} \in H$, $1 \leq k \leq m_\tau - 1$, $\tau = 1, 2, \dots, l$, являющееся векторнозначной функцией $u(z_1, z_2, \dots, z_l)$ 1 комплексных переменных со значениями в пространстве H , если операторы $A_\tau \in \mathfrak{N}_H^{\beta(A_\tau), \alpha(A_\tau)}[m_\tau, \infty)$, $\tau = 1, 2, \dots, l$.

Как следует из теорем 1-2, достаточным условием существования аналитического решения задачи Коши является наличие (удовлетворяющего определенным требованиям) порядка (или же и порядка и типа) в пространстве H у всех линейных коммутирующих операторов A_τ , что является даже более сильным условием, чем непрерывность оператора в пространстве H (согласно определению порядка линейного оператора, всякий оператор, имеющий порядок, непрерывен; обратное – неверно [4]).

Последующее изучение задачи Коши (2) показало, что она может быть аналитически разрешима и при более слабых условиях. Именно, обозначая через $\mathbf{A} = (A_1, A_2, \dots, A_l)$ – семейство линейных замкнутых, коммутирующих друг с другом операторов (непрерывность в этом случае не является обязательной), действующих в пространстве H , $A_\tau(H) \subset H$, $\tau = 1, 2, \dots, l$, и полагая по определению [4]

$$\beta_p(x, \mathbf{A}) = \lim_{|n| \rightarrow \infty} \frac{\ln \|A_1^{n_1} A_2^{n_2} \dots A_l^{n_l}(x)\|_p}{|n| \ln |n|} \quad (3)$$

$$(|n| = n_1 + n_2 + \dots + n_l, \quad n_\tau = 0, 1, 2, \dots, \quad \tau = 1, 2, \dots, l)$$

– операторным p -порядком вектора $x \in H$ относительно семейства операторов $\mathbf{A}$, а при $\beta_p(x, \mathbf{A}) \neq \pm\infty$

$$\alpha_p(x, \mathbf{A}) = \lim_{|n| \rightarrow \infty} |n|^{-\beta_p(x, \mathbf{A})} \sqrt[|n|]{\|A_1^{n_1} A_2^{n_2} \dots A_l^{n_l}(x)\|_p} \quad (4)$$

– операторным p -типом вектора $x \in H$ относительно семейства операторов $\mathbf{A}$, приходим к следующему условию аналитической разрешимости задачи Коши (2) [3]: задача Коши (2) имеет единственное решение, являющееся целой вектор-функцией $u(z_1, z_2, \dots, z_l)$ 1

1 Оператор A называется оператором класса $\mathfrak{N}_H^{\beta(A), \alpha(A)}[\lambda, \mu]$ $\lambda \in \mathbb{R}$, $\mu > 0$, если он имеет в пространстве H порядок $\beta(A) < \lambda$, либо $\beta(A) = \lambda$, но тогда его тип $\alpha(A) < \mu$.

комплексных переменных со значениями в пространстве H , если векторы $v_{00}, v_{\tau k} \in \mathfrak{N}_H^{\beta_p, \alpha_p}[0, \infty)$, $1 \leq k \leq m_\tau - 1$, $\tau = 1, 2, \dots, l$.

Под $\mathfrak{N}_H^{\beta_p, \alpha_p}[\lambda, \mu]$, $\lambda \in \mathbb{R}$, $\mu > 0$ здесь понимается класс векторов $x \in H$, для которых операторные p -порядки относительно семейства операторов $\mathbf{A}$ $\beta_p(x, \mathbf{A}) < \lambda$, $\forall p$ либо $\beta_p(x, \mathbf{A}) = \lambda$, $\forall p$ но тогда их операторные p -типы относительно семейства $\mathbf{A}$ $\alpha_p(x, \mathbf{A}) < \mu$, $\forall p$.

Тем самым, при указанных условиях задача оказывается аналитически разрешимой и в случае, когда операторные коэффициенты системы не только не имеют порядка, но и даже не являются непрерывными. Однако при этом возникают дополнительные требования к начальным данным задачи.

Итак, говоря об аналитической разрешимости комплексной задачи Коши для систем дифференциально-операторных уравнений в произвольном локально выпуклом пространстве, следует различать характер условий, предъявляемых к аналитической разрешимости этой задачи. Если аналитическая разрешимость предполагает принадлежность операторных коэффициентов системы некоторому классу операторов $\mathfrak{N}_H^{\beta(A), \alpha(A)}[\lambda, \mu]$, $\lambda \in \mathbb{R}$, $\mu > 0$, будем говорить о **сильных условиях аналитической разрешимости**. Если же для существования аналитического решения достаточно, чтобы начальные данные задачи входили в некоторый класс векторов $\mathfrak{N}_H^{\beta_p, \alpha_p}[\lambda, \mu]$, $\lambda \in \mathbb{R}$, $\mu > 0$ относительно семейства операторов $\mathbf{A}$, имеют место **слабые условия аналитической разрешимости**.

Продemonстрируем различия между сильными и слабыми условиями аналитической разрешимости на примере комплексной задачи Коши для системы дифференциально-операторных уравнений произвольного конечного порядка с переменными коэффициентами. Заметим, что результаты, представленные в настоящей работе, обобщают выводы, полученные ранее для задачи Коши (2) в работах [2], [3].

Опорные сведения

В дальнейших исследованиях важную роль играют функциональные ряды, построенные по некоторой системе функций $\{a_n(z)\}$, поэтому ниже приведём определение системы функций $\{a_n(z)\}$, а также несколько полезных свойств рядов, построенных по функциям этой системы.

Пусть $y(z, \lambda)$ – решение обыкновенного дифференциального уравнения

$$P_m \left(\frac{\partial}{\partial z} \right) y(z) \equiv y^{(m)}(z) + Q_1(z) y^{(m-1)}(z) +$$

$$+ \dots + Q_m(z) y(z) = \lambda^m y(z),$$

удовлетворяющее начальным условиям

$$y(0, \lambda) = 1, \quad y'(0, \lambda) =$$

$$= \lambda, \dots, y^{(m-1)}(0, \lambda) = \lambda^{m-1}, \quad \lambda \in \mathbb{C}.$$

Поскольку $Q_1(z), \dots, Q_m(z)$ – целые функции, $y(z, \lambda)$ также является целой функцией переменных z и λ , и представляется степенным по λ рядом

$$y(z, \lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n(z) \lambda^n.$$

Система функций $\{a_n(z)\}$ является хорошо изученной. В частности, ей посвящены работы М.К. Фоге [11] и А.Ф. Леонтьева [9]. Известно, что функции системы $\{a_n(z)\}$ являются целыми, определяются однозначно и образуют базис в пространстве функций, аналитических в круге. Ряды по этой системе функций

$$\sum_{n=0}^{\infty} b_n a_n(z) \quad (5)$$

ведут себя (во многом) как степенные ряды: для них справедлив аналог теоремы Абеля, а также аналог формулы Коши-Адамара, то есть, если

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{|b_n|} = \frac{1}{R}, \quad (6)$$

то ряд (5) сходится в круге $|z| < R$ и расходится вне этого круга.

Постановка задачи

Пусть H – произвольное счётно-полное локально выпуклое пространство с определяемой мульти-нормой $\{\|\cdot\|_p\}$, $p \in P$ топологией, а

$\mathbf{A} = (A_1, A_2, \dots, A_l)$ – семейство линейных, перестановочных друг с другом операторов, действующих в этом пространстве: $A_\tau(H) \subseteq H$, $\tau = 1, 2, \dots, l$. В пространстве рассмотрим систему дифференциально-операторных уравнений произвольного конечного порядка с переменными коэффициентами

$$P_{m_\tau} \left(\frac{\partial}{\partial z_\tau} \right) u(z_1, z_2, \dots, z_l) = A_\tau u(z_1, z_2, \dots, z_l), \quad \tau = 1, 2, \dots, l, \quad m_\tau \in \mathbb{N}, \quad (7)$$

изучаемую относительно вектор-функции $u(z_1, z_2, \dots, z_l)$, зависящей от l комплексных переменных: $u(z_1, z_2, \dots, z_l): \mathbb{C}^l \rightarrow H$.

Здесь

$$P_{m_\tau} \left(\frac{\partial}{\partial z_\tau} \right) = \frac{\partial^{m_\tau}}{\partial z_\tau^{m_\tau}} + Q_{\tau 1}(z_\tau) \frac{\partial^{m_\tau-1}}{\partial z_\tau^{m_\tau-1}} + \dots + Q_{\tau, m_\tau-1}(z_\tau) \frac{\partial}{\partial z_\tau} + Q_{\tau, m_\tau}(z_\tau)$$

а $Q_{\tau 1}(z_\tau)$, $Q_{\tau, m_\tau-1}(z_\tau)$, $Q_{\tau, m_\tau}(z_\tau)$ – целые скалярные функции. В сочетании с начальными условиями

$$u(0, 0, \dots, 0) = v_{00}, \quad \frac{\partial^k u(0, 0, \dots, 0)}{\partial z_\tau^k} = v_{\tau k}, \quad (8)$$

где v_{00} , $v_{\tau k} \in H$, $1 \leq k \leq m_\tau - 1$, $\tau = 1, 2, \dots, l$, система (7) образует комплексную задачу Коши (7)-(8), ис-

следуемую в абстрактных пространствах достаточно общей природы.

Рассмотрим вопрос о существовании аналитического решения этой задачи при различном характере условий, предъявляемых к коэффициентам системы (7) и начальным данным (8).

Сильные условия аналитической разрешимости

Пусть все операторы A_τ семейства $\mathbf{A}$ непрерывны, причём $A_\tau: H \rightarrow H$, $\tau = 1, 2, \dots, l$. Дополнительно потребуем выполнения условий

$A_\tau \in \mathfrak{K}_H^{\beta(A_\tau), \alpha(A_\tau)}[m_\tau, \infty)$, $\tau = 1, 2, \dots, l$. Тогда справедлива

Теорема 3 (сильные условия аналитической разрешимости).

Пусть операторы $A_\tau \in \mathfrak{K}_H^{\beta(A_\tau), \alpha(A_\tau)}[m_\tau, \infty)$, $\tau = 1, 2, \dots, l$. Тогда задача Коши (7)-(8) имеет единственное решение для любых векторов

v_{00} , $v_{\tau k} \in H$, $1 \leq k \leq m_\tau - 1$, $\tau = 1, 2, \dots, l$. Оно является голоморфной в окрестности нуля векторнозначной функцией $u(z_1, z_2, \dots, z_l)$ l комплексных переменных со значениями в пространстве H и определяется формулой

$$u(z_1, z_2, \dots, z_l) = u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00}) + \sum_{r=1}^l \sum_{\theta=1}^{m_r-1} u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta}), \quad (9)$$

в которой

$$u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00}) = \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{00}), \quad (10)$$

$$u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta}) = \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{r\theta}), \quad (11)$$

где

$$\theta_j = \theta \delta_{jr}, \quad r = 1, 2, \dots, l, \quad 1 \leq \theta \leq m_r - 1, \quad (12)$$

δ_{jr} – символ Кронекера,

$$\begin{aligned} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{00}) &\equiv a_{m_1 n_1}(z_1) \cdots a_{m_l n_l}(z_l) A_1^{n_1} A_2^{n_2} \cdots A_l^{n_l}(v_{00}), \\ \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{r\theta}) &\equiv a_{m_1 n_1 + \theta_1}(z_1) \cdots a_{m_l n_l + \theta_l}(z_l) A_1^{n_1} A_2^{n_2} \cdots A_l^{n_l}(v_{r\theta}), \end{aligned}$$

причём:

1) если все операторы A_τ имеют порядки $\beta(A_\tau) < m_\tau$, $\tau = 1, 2, \dots, l$, то вектор-функция (9) является целой функцией l комплексных переменных;

2) если же среди операторов A_τ найдётся хотя бы один оператор A_s , имеющий порядок $\beta(A_s) = m_s$ и тип $\alpha(A_s) < \infty$, а остальные операторы A_τ при этом имеют порядки $\beta(A_\tau) < m_\tau$, $\tau = 1, 2, \dots, l$, $\tau \neq s$, то вектор-функция (9) является аналитической функцией l комплексных переменных в открытом

поликруге

$$C(R, 0) = \{z_\tau : |z_\tau| < R_\tau, \tau = 1, 2, \dots, l\}$$

с полицентром $(0, 0, \dots, 0)$ и полирадиусом $R = (R_1, R_2, \dots, R_l)$, где $R_\tau = \infty, \tau = 1, 2, \dots, l, \tau \neq s$, а

$$R_s = \frac{m_s}{e} \left(\frac{1}{\alpha(A_s)} \right)^{1/m_s}. \quad (13)$$

Лемма 1. Пусть операторы A_τ имеют порядки $\beta(A_\tau) < m_\tau, \tau = 1, 2, \dots, l$. Тогда кратные ряды (10)-(11) сходятся по топологии пространства H абсолютно на $\mathbb{C}^l$.

Доказательство. Применяя к ряду (10) l раз оценку [4]

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in H, \forall n: \|A^n(x)\|_p < C_p n^{(\beta(A)+\varepsilon)n} \|x\|_q, \quad (14)$$

видим, что $\exists q$ такое, что

$$\begin{aligned} \|u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00})\|_p &= \left\| \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{00}) \right\|_p \leq \\ &\leq \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l |a_{m_j n_j}(z_j)| \|A_j^{n_j}(v_{00})\|_p < \\ &< \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} C_p \|v_{00}\|_q \prod_{j=1}^l n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j}(z_j)| = \\ &= C_p \|v_{00}\|_q \prod_{j=1}^l \sum_{n_j=0}^{\infty} n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j}(z_j)|, \end{aligned} \quad (15)$$

где $C_p = C_p^1 \dots C_p^l$.

Из цепочки неравенств (15) следует, что кратный ряд (10) мажорируется произведением l однократных рядов

$$\sum_{n_j=0}^{\infty} n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j}(z_j)|, \quad j = 1, 2, \dots, l,$$

каждый из которых сходится абсолютно на $\mathbb{C}$ в силу формул (6) и Стирлинга

$$n! = \sqrt{2\pi n} e^{-n} n^n e^{\Theta/(12n)}, \quad 0 < \Theta < 1.$$

Отсюда следует, что кратный ряд (10) сходится по топологии пространства H абсолютно на $\mathbb{C}^l$.

Точно также, применяя к ряду (11) l раз оценку (14), устанавливаем, что $\exists q$ такое, что

$$\begin{aligned} \|u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta})\|_p &< \\ &< C_p \|v_{r\theta}\|_q \prod_{j=1}^l \sum_{n_j=0}^{\infty} n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j+\theta_j}(z_j)|, \end{aligned}$$

где $C_p = C_p^1 \dots C_p^l$, причём эта оценка справедлива для всех $r = 1, 2, \dots, l, \theta = 1, 2, \dots, m_r - 1$.

Рассуждая далее как и для ряда (10), из абсолютной сходимости мажорирующих рядов

$$\begin{aligned} \sum_{n_j=0}^{\infty} n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j+\theta_j}(z_j)|, \\ j = 1, 2, \dots, l, \end{aligned}$$

на $\mathbb{C}$, делаем вывод об абсолютной сходимости кратного ряда (11) по топологии пространства H на $\mathbb{C}^l$.

Лемма 1 доказана.

Лемма 2. Если среди операторов A_τ найдётся хотя бы один оператор A_s такой, что $\beta(A_s) = m_s, \alpha(A_s) < \infty$, а остальные операторы A_τ при этом имеют порядки

$\beta(A_\tau) < m_\tau, \tau = 1, 2, \dots, l, \tau \neq s$, то кратные ряды (10)-(11) сходятся по топологии пространства H абсолютно в открытом поликруге $C(R, 0)$ с полицентром $(0, 0, \dots, 0)$ и полирадиусом $R = (R_1, R_2, \dots, R_l)$, где $R_\tau = \infty, \tau = 1, 2, \dots, l, \tau \neq s$, а R_s вычисляется по формуле (13).

Доказательство. Не нарушая общности, будем считать, что существует один оператор $A_s: \beta(A_s) = m_s, \alpha(A_s) < \infty$ (в случае, когда таких операторов несколько, доказательство проводится аналогично).

Обращаясь $l-1$ раз к оценке (14) и один раз к оценке [4]

$$\begin{aligned} \forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in H, \\ \forall n: \|A^n(x)\|_p < C_p (\alpha(A) + \varepsilon)^n n^{\beta(A)n} \|x\|_q, \end{aligned}$$

несложно видеть, что $\exists q$ такое, что

$$\begin{aligned} \|u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00})\|_p &= \left\| \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{00}) \right\|_p \leq \\ &\leq \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l |a_{m_j n_j}(z_j)| \|A_j^{n_j}(v_{00})\|_p < \\ &< \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} C_p \|v_{00}\|_q (\alpha(A_s) + \varepsilon_s)^{n_s} n_s^{\beta(A_s)n_s} |a_{m_s n_s}(z_s)| \times \\ &\times \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^l n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j}(z_j)| = \\ &= C_p \|v_{00}\|_q \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} (\alpha(A_s) + \varepsilon_s)^{n_s} n_s^{\beta(A_s)n_s} |a_{m_s n_s}(z_s)| \times \\ &\times \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^l n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j}(z_j)| = \\ &= C_p \|v_{00}\|_q \sum_{n_s=0}^{\infty} (\alpha(A_s) + \varepsilon_s)^{n_s} n_s^{\beta(A_s)n_s} |a_{m_s n_s}(z_s)| \times \\ &\times \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^l \sum_{n_j=0}^{\infty} n_j^{(\beta(A_j)+\varepsilon_j)n_j} |a_{m_j n_j}(z_j)|, \end{aligned}$$

где $C_p = C_p^1 \dots C_p^l$.

Полученная оценка показывает, что кратный ряд

(10) мажорируется произведением l однократных рядов, $l-1$ из которых, как показано в лемме 1, сходится на S . Применяя формулы Стирлинга и (6) и учитывая произвольность $\varepsilon_s > 0$, приходим к выводу, что ряд

$$\sum_{n_s=0}^{\infty} (\alpha(A_s) + \varepsilon_s)^{n_s} n_s^{\beta(A_s)n_s} |a_{m_s n_s}(z_s)|$$

сходится абсолютно в открытом круге $|z_s| < R_s$, где R_s вычисляется по формуле (13). Следовательно, для кратного ряда (10) справедливо утверждение леммы.

Рассуждая аналогично, из оценки

$$\begin{aligned} \|u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta})\|_p &= \\ &= \left\| \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{r\theta}) \right\|_p < \\ &< C_p \|v_{r\theta}\|_q \sum_{n_s=0}^{\infty} (\alpha(A_s) + \varepsilon_s)^{n_s} n_s^{\beta(A_s)n_s} |a_{m_s n_s + \theta_s}(z_s)| \times \\ &\times \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq s}}^l \sum_{n_j=0}^{\infty} n_j^{\beta(A_j) + \varepsilon_j n_j} |a_{m_j n_j + \theta_j}(z_j)|, \end{aligned}$$

выполняющейся для всех $r = 1, 2, \dots, l$, $\theta = 1, 2, \dots, m_r - 1$, делаем вывод о справедливости утверждения леммы для кратного ряда (11).

Лемма 2 доказана.

Доказательство теоремы 3. Полученные в леммах 1-2 сильные условия аналитической разрешимости допускают почленное дифференцирование кратных рядов (10)-(11) по переменным $z_\tau, \tau = 1, 2, \dots, l$ любое число раз. Поскольку [9]

$$P_m \left(\frac{d}{dz} \right) a_n(z) = 0, \quad 0 \leq n \leq m-1,$$

$$P_m \left(\frac{d}{dz} \right) a_n(z) = a_{n-m}(z), \quad n \geq m,$$

то $\forall 1 \leq \tau \leq l$

$$\begin{aligned} P_{m_\tau} \left(\frac{\partial}{\partial z_\tau} \right) u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00}) &= \\ &= \sum_{\substack{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0 \\ n_\tau=1}}^{\infty} P_{m_\tau} \left(\frac{\partial}{\partial z_\tau} \right) a_{m_\tau n_\tau}(z_\tau) \\ &= \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq \tau}}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau}(v_{00}) = \\ &= \sum_{\substack{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0 \\ n_\tau=1}}^{\infty} a_{m_\tau n_\tau - m_\tau}(z_\tau) \\ &= \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq \tau}}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau}(v_{00}) = \\ &= A_\tau \sum_{\substack{n_1, n_2, \dots, n_l=0}}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{00}) = \\ &= A_\tau u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00}). \end{aligned}$$

Аналогично, $\forall 1 \leq \tau \leq l$

$$P_{m_\tau} \left(\frac{\partial}{\partial z_\tau} \right) u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta}) =$$

$$= A_\tau u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta}),$$

поэтому $\forall 1 \leq \tau \leq l$

$$P_{m_\tau} \left(\frac{\partial}{\partial z_\tau} \right) u(z_1, z_2, \dots, z_l) =$$

$$= A_\tau (u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00}) + \sum_{r=1}^l \sum_{\theta=1}^{m_r-1} u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta})) = A_\tau u(z_1, z_2, \dots, z_l),$$

то есть вектор-функция (9) является решением системы (7).

Докажем теперь, что вектор-функция (9) удовлетворяет также начальным условиям (8).

Известно, что [9]

$$a_0(0) = 1, \quad a_n(0) = 0, \quad n \in \mathbb{N}. \quad (16)$$

Используя (16), (12), (9)-(11), имеем $u(0, 0, \dots, 0) = u_{00}(0, 0, \dots, 0, v_{00}) = v_{00}$. Покажем, что

$$\forall 1 \leq \tau \leq l, \quad \forall 1 \leq k \leq m_\tau - 1$$

$$\frac{\partial^k u(0, 0, \dots, 0)}{\partial z_\tau^k} = v_{\tau k}.$$

Действительно, так как [9]

$$a_0^{(k)}(0) = 0, \quad a_n^{(k)}(0) = 0, \quad 1 \leq k \leq m-1, \quad n \geq m, \quad (17)$$

$$\text{и } \forall 1 \leq \tau \leq l, \quad \forall 1 \leq k \leq m_\tau - 1$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^k u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00})}{\partial z_\tau^k} &= \\ &= \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_{m_\tau n_\tau}(z_\tau) \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq \tau}}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau}(v_{00}) = \\ &= \sum_{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_0(z_\tau) \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq \tau}}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{00}) + \\ &+ \sum_{\substack{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0 \\ n_\tau=1}}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_{m_\tau n_\tau}(z_\tau) \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq \tau}}^l a_{m_j n_j}(z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau}(v_{00}), \end{aligned}$$

$$\text{то } \forall 1 \leq \tau \leq l, \quad \forall 1 \leq k \leq m_\tau - 1$$

$$\frac{\partial^k u_{00}(0, 0, \dots, 0, v_{00})}{\partial z_\tau^k} = 0.$$

Заметим, что

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^l \sum_{\theta=1}^{m_r-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{r\theta}) &= \\ &= \sum_{r=1}^l \sum_{\theta=1}^{m_r-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{r\theta}) + \end{aligned} \quad (18)$$

$$+ \sum_{\theta=1}^{m_\tau-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j}(z_j) A_j^{n_j}(v_{r\theta}). \quad (19)$$

В выражении (18) $r \neq \tau$, поэтому из (12) вытека-

ет, что в (18) $\theta_\tau = 0$. Опираясь на (17), $\forall 1 \leq \tau \leq l, \forall 1 \leq k \leq m_\tau - 1$ получаем:

$$\sum_{r=1}^l \sum_{\theta=1}^{m_r-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_{m_\tau n_\tau} (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j + \theta_j} (z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau} (v_{\tau\theta}) \Big|_{(0,0,\dots,0)} = 0.$$

Учитывая, что в (19) $r = \tau$ и принимая во внимание (12), имеем:

$$\begin{aligned} & \sum_{\theta=1}^{m_\tau-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j} (z_j) A_j^{n_j} (v_{\tau\theta}) = \\ & = \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} a_{m_\tau n_\tau + k} (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau} (v_{\tau k}) + \\ & + \sum_{\theta=1}^{k-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} a_{m_\tau n_\tau + \theta} (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau} (v_{\tau\theta}) + \\ & + \sum_{\theta=k+1}^{m_\tau-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} a_{m_\tau n_\tau + \theta} (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau} (v_{\tau\theta}), \end{aligned}$$

поэтому в силу (16)-(17) и соотношений [9] $a_k^{(k)}(0) = 1, a_n^{(m)}(0) = 0, 1 \leq n \leq m-1$ имеем $\forall 1 \leq \tau \leq l, \forall 1 \leq k \leq m_\tau - 1$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} \sum_{\theta=1}^{m_\tau-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \prod_{j=1}^l a_{m_j n_j + \theta_j} (z_j) A_j^{n_j} (v_{\tau\theta}) \Big|_{(0,0,\dots,0)} = \\ & = \sum_{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_k (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} (v_{\tau k}) \Big|_{(0,0,\dots,0)} + \\ & + \sum_{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_{m_\tau n_\tau + k} (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau} (v_{\tau k}) \Big|_{(0,0,\dots,0)} + \\ & + \sum_{\theta=1}^{k-1} \sum_{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_\theta (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} (v_{\tau\theta}) \Big|_{(0,0,\dots,0)} + \\ & + \sum_{\theta=k+1}^{m_\tau-1} \sum_{n_1, \dots, n_{\tau-1}, n_{\tau+1}, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_{m_\tau n_\tau + \theta} (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau} (v_{\tau\theta}) \Big|_{(0,0,\dots,0)} + \\ & + \sum_{\theta=k+1}^{m_\tau-1} \sum_{n_1, n_2, \dots, n_l=0}^{\infty} \frac{\partial^k}{\partial z_\tau^k} a_{m_\tau n_\tau + \theta} (z_\tau) \prod_{j=1, j \neq \tau}^l a_{m_j n_j} (z_j) A_j^{n_j} A_\tau^{n_\tau} (v_{\tau\theta}) \Big|_{(0,0,\dots,0)} = v_{\tau k}. \end{aligned}$$

Приведённые рассуждения доказывают, что функция (9) удовлетворяет начальным условиям (8).

Единственность решения задачи может быть доказана следующим образом. Предполагая, что задача Коши (7)-(8) имеет два различных решения $u^1(z_1, z_2, \dots, z_l)$ и $u^2(z_1, z_2, \dots, z_l)$, рассмотрим функцию

$$u(z_1, z_2, \dots, z_l) = u^1(z_1, z_2, \dots, z_l) - u^2(z_1, z_2, \dots, z_l).$$

По доказанному ранее эта функция определена

в некотором поликруге с центром $(0, 0, \dots, 0)$ и, очевидно, удовлетворяет в этом поликруге системе (7) и однородным начальным условиям (8)

$$u(0, 0, \dots, 0) = 0, \quad \frac{\partial^k u(0, 0, \dots, 0)}{\partial z_\tau^k} = 0, \quad (21)$$

где $1 \leq k \leq m_\tau - 1, \tau = 1, 2, \dots, l$.

Тем самым, единственность решения задачи будет доказана, если установим, что вектор-функция (20) тождественно равна нулю. Для этого достаточно заметить, что вектор-функция (20) на области определения является голоморфной (это следует из системы (7) и определения голоморфности, приведённого в [12]), а значит, представляется в некоторой окрестности нуля, сходящимся степенным рядом. Следовательно, вектор-функция (20) тождественно равна нулю, если в окрестности нуля все коэффициенты разложения в степенной ряд равны нулю, т.е. если

$$\frac{\partial^{k_1+k_2+\dots+k_l} u(z_1, z_2, \dots, z_l)}{\partial z_1^{k_1} \partial z_2^{k_2} \dots \partial z_l^{k_l}} \Big|_{(0,0,\dots,0)} = 0, \quad \forall k_\tau \geq 0, \quad 1 \leq \tau \leq l.$$

Последнее равенство доказывается в несколько этапов. На первом из них, в силу (7), (21), непрерывности операторов $A_\tau, 1 \leq \tau \leq l$ и аналитичности в нуле функций $Q_{\tau 1}(z_\tau), Q_{\tau, m_\tau-1}(z_\tau), Q_{\tau, m_\tau}(z_\tau)$, можно показать, что

$$\frac{\partial^{k_\tau} u(z_1, z_2, \dots, z_l)}{\partial z_\tau^{k_\tau}} \Big|_{(0,0,\dots,0)} = 0, \quad \forall k_\tau \geq 0, \quad 1 \leq \tau \leq l. \quad (23)$$

На втором этапе, в силу (7), (23), непрерывности операторов $A_\tau, 1 \leq \tau \leq l$ и аналитичности в нуле функций $Q_{\tau 1}(z_\tau), Q_{\tau, m_\tau-1}(z_\tau), Q_{\tau, m_\tau}(z_\tau)$, несложно установить, что

$$\frac{\partial^{k_j+k_\tau} u(z_1, z_2, \dots, z_l)}{\partial z_j^{k_j} \partial z_\tau^{k_\tau}} \Big|_{(0,0,\dots,0)} = 0,$$

$$\forall k_\tau, k_j \geq 0, \quad 1 \leq \tau, j \leq l, \tau \neq j.$$

Опираясь на результаты первых двух этапов, аналогично можно показать равенство нулю смешанных производных любого порядка от функции (20) по трём, четырём и т. д. различным переменным в нуле, откуда и вытекает справедливость равенств (22). Тем самым, $u(z_1, z_2, \dots, z_l) \equiv 0$.

Теорема 3 доказана.

Слабые условия аналитической разрешимости. Устойчивость решения

Пусть теперь все операторы A_τ семейства $\mathbf{A}$ замкнуты, причём $A_\tau(H) \subset H, \tau = 1, 2, \dots, l$. Потребуем дополнительно, чтобы начальные данные задачи подчинялись условиям

$$v_{00}, v_{\tau k} \in \mathfrak{Z}_H^{\beta_p, \alpha_p} [0, \infty), \quad 1 \leq k \leq m_\tau - 1, \quad \tau = 1, 2, \dots, l.$$

Тогда справедлива

Теорема 4 (слабые условия аналитической

разрешимости).

Пусть векторы

$$v_{00}, v_{\tau k} \in \mathfrak{S}_{H}^{\beta_p, \alpha_p}[0, \infty), \quad 1 \leq k \leq m_{\tau} - 1, \quad \tau = 1, 2, \dots, l.$$

Тогда задача Коши (7)-(8) имеет единственное решение, являющееся целой вектор-функцией $u(z_1, z_2, \dots, z_l)$ l комплексных переменных со значениями в пространстве H и определяемое равенствами (9)-(12).

Лемма 3. Пусть $\beta_p(v_{00}, A) < 0$, $\beta_p(v_{r\theta}, A) < 0$, $\forall p$.

Тогда кратные ряды (10)-(11) сходятся по топологии пространства H абсолютно на $\mathbb{C}^l$ и определяют целые вектор-функции $u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00})$ и $u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta})$.

Лемма 4. Пусть $\beta_p(v_{00}, A) = \beta_p(v_{r\theta}, A) = 0$, $\forall p$, $\alpha_p(v_{00}, A) < \infty$, $\alpha_p(v_{r\theta}, A) < \infty$, $\forall p$. Тогда кратные ряды (10)-(11) сходятся по топологии пространства H абсолютно на $\mathbb{C}^l$ и определяют целые вектор-функции $u_{00}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{00})$ и $u_{r\theta}(z_1, z_2, \dots, z_l, v_{r\theta})$.

Доказательство лемм 3-4 аналогично доказательству соответствующих лемм работы [3] и опирается на оценки

$$\forall p, \quad \forall \varepsilon > 0, \quad \exists C_p(\varepsilon, x) : \forall n_{\tau} (\tau = 1, 2, \dots, l)$$

$$\|A_1^{n_1} A_2^{n_2} \dots A_l^{n_l}(x)\|_p < C_p(\varepsilon, x) |n|^{(\beta_p(x, A) + \varepsilon)|n|},$$

$$\forall p, \quad \forall \varepsilon > 0, \quad \exists C_p(\varepsilon, x) : \forall n_{\tau} (\tau = 1, 2, \dots, l)$$

$$\|A_1^{n_1} A_2^{n_2} \dots A_l^{n_l}(x)\|_p < C_p(\varepsilon, x) (\alpha_p(x, A) + \varepsilon)^{|n|} |n|^{(\beta_p(x, A))|n|},$$

вытекающие из определений операторного p -порядка и p -типа вектора относительно последовательности операторов (см. (3), (4)), формулу Стирлинга, а также аналог формулы Коши-Адамара (6).

Далее приведём краткое

Доказательство теоремы 4. Описанные в леммах 3-4 слабые условия аналитической разрешимости, в силу замкнутости операторов системы (7), допускают почленное дифференцирование кратных

рядов (10)-(11) по переменным $z_{\tau}, \tau = 1, 2, \dots, l$ любое число раз. Следовательно, приведённые при доказательстве теоремы 3 выкладки, показывающие, что вектор-функция (9) удовлетворяет системе (7) и начальным условиям (8), сохраняют свою силу и в условиях теоремы 4.

Единственность решения задачи Коши (7)-(8) в случае слабых условий аналитической разрешимости доказывается тем же методом, что и в теореме 3, с той лишь разницей, что вместо непрерывности операторов A_{τ} , $1 \leq \tau \leq l$ здесь используется их замкнутость в пространстве H .

Теорема 4 доказана.

Замечание 1. Приведённые в теореме 4 условия заметно упрощают уровень требований, предъявляемых к операторам системы (7) для существования аналитического решения задачи Коши (7)-(8), перенося «основную нагрузку» на начальные условия (8). Однако для непрерывной зависимости решения от начальных данных задачи слабые условия аналитической разрешимости достаточными не являются: в этом случае требование существования порядка у всех операторов A_{τ} сохраняет свою силу.

Условия непрерывной зависимости (устойчивости) решения относительно начальных данных описывает

Теорема 5. Пусть операторы

$A_{\tau} \in \mathfrak{S}_{H}^{\beta(A_{\tau}), \alpha(A_{\tau})}[m_{\tau}, \infty)$, $\tau = 1, 2, \dots, l$. Тогда решение задачи Коши (7)-(8) непрерывно зависит от начальных данных $v_{00}, v_{\tau k} \in H$, $1 \leq k \leq m_{\tau} - 1$, $\tau = 1, 2, \dots, l$.

Доказательство теоремы 5 аналогично доказательству теоремы устойчивости, приведённой в работе [2], и основывается на асимптотическом равенстве [9]

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{n! |a_n(z)|} = |z|, \quad \forall z \in \mathbb{C},$$

являющемся основополагающим при доказательстве многих свойств системы функций $\{a_n(z)\}$.

Библиографический список

1. Аксёнов Н.А. Задача Коши для систем дифференциально-операторных уравнений первого порядка со смешанными операторами // Вестник Ижевского государственного технического университета, 2009. № 4 (44). С. 176-178.
2. Аксёнов Н.А. Задача Коши для некоторых систем дифференциально-операторных уравнений произвольного порядка в локально выпуклых пространствах // Математические заметки, 2011. Т. 90. Вып. 2. С. 183-198.
3. Аксёнов Н.А. К вопросу об аналитической разрешимости комплексной задачи Коши для некоторых систем дифференциально-операторных уравнений в локально выпуклых пространствах // Учёные записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки», 2012. № 6 (50). С. 18-22.
4. Громов В.П., Мишин С.Н., Панюшкин С.В. Операторы конечного порядка и дифференциально-операторные уравнения. Монография. Орёл: ОГУ, 2009. 430 с.
5. Дубинский Ю.А. О необходимости условий Ковалевской и их обобщений // ДАН СССР, 1989. Т. 304. № 2. С. 268-271.
6. Дубинский Ю. А. О разрешимости задачи Коши в классах целых функций конечного порядка // ДАН СССР, 1988. Т. 301. № 6. С. 1305-1308.
7. Дубинский Ю.А. Задача Коши в комплексной области. М.: Изд-во МЭИ, 1996. 180 с.
8. Лере Ж., Гординг Л., Котакте Т. Задача Коши. М.: Мир, 1967. 152 с.
9. Леонтьев А.Ф. Обобщения рядов экспонент. М.: Наука, 1981. 320 с.

10. Мизохата С. О системах Ковалевской // УМН, 1974. Т. 29. Вып. 2. С. 216-224.
11. Фазе М.К. Операторно-аналитические функции одной действительной переменной // Труды Московского математического общества, 1958. Т. 7. С. 227-268.
12. Фукс Б.А. Введение в теорию аналитических функций многих комплексных переменных. М.: Физматгиз, 1962. 420 с.
13. Tzeves F. Ovsjannikov theorem and hyperdifferential operators // Notas de Matem., 1968. V. 46. P. 1-237.

References

1. Aksyonov N.A. The Cauchy problem for systems of differential-operator equations of the first order with mixed operators // Bulletin of the Izhevsk State Technical University, 2009. – № 4 (44). – P. 176-178.
 2. Aksyonov N.A. The Cauchy problem for some systems of differential-operator equations of arbitrary order in locally convex spaces // Mathematical Notes, 2011. – V. 90. – Issue. 2. – P. 183-198.
 3. Aksyonov N.A. to the question on the analytic solvability of the complex problem of Cauchy for some systems of differential-operator equations in locally convex spaces // Proceedings of the Oryol State University. A series of “natural, technical and medical sciences”, 2012. – № 6 (50). – P. 18-22.
 4. Gromov V.P., Mishin, S.N., Panyushkin S.V. Operators of finite order, and differential-operator equations. Monograph. – Oryol: OSU, 2009. – 430 p.
 5. Dubinsky Y.A. The necessity of conditions Kowalewski and their generalizations // DAN SSSR, 1989. V. 304. № 2. – P. 268-271.
 6. Dubinsky Y.A. On the solvability of the Cauchy problem in classes of entire functions of finite order // DAN SSSR, 1988. – V. 301. – № 6. – P. 1305-1308.
 7. Dubinsky Y.A. The Cauchy problem in the complex domain. – Moscow: Publishing House of the Moscow Power Engineering Institute, 1996. – 180 p.
 8. Leray J., L. Garding, Kotake T. The Cauchy problem. – Academic Press, 1967. – 152 p.
 9. Leont'ev A.F. Generalizations of exponential series. – Moscow: Nauka, 1981. – 320 p.
 10. Mizohata S. On systems Kowalewski // UMN, 1974. – V. 29. – Issue. 2. – P. 216-224.
 11. Fage M.K. Operational-analytic functions of one real variable // Proceedings of the Moscow Mathematical Society, 1958. – V. 7. – P. 227-268.
 12. Fuchs B.A. Introduction to the theory of analytic functions of several complex variables. – Moscow: Fizmatgiz, 1962. – 420 p.
 13. Tzeves F. Ovsjannikov theorem and hyperdifferential operators // Notas de Matem., 1968. – V. 46. – P. 1-237.
-

УДК 538.9

UDC 538.9

В.М. ГРАБОВ

доктор физико-математических наук, профессор
кафедры общей и экспериментальной физики РГПУ
им. А.И. Герцена
E-mail: vmgrabov@yandex.ru

А.В. СИДОРОВ

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры физики ЕГУ им. И.А. Бунина
E-mail: dirnusr@mail.ru

А.А. ЗАЙЦЕВ

кандидат физико-математических наук, доцент,
проректор по учебной работе ЕГУ им. И.А. Бунина
E-mail: zaitsev@elsu.ru

Д.В. КУЗНЕЦОВ

кандидат физико-математических наук, зав. кафе-
дрой физики ЕГУ им. И.А. Бунина
E-mail: kuznetcovdv007@mail.ru

А.В. КАРПАЧЕВ

студент ЕГУ им. И.А. Бунина

V.M. GRABOV

doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Department of General and Experimental Physics RSPU.
A.I. Herzen
E-mail: vmgrabov@yandex.ru

A.V. SIDOROV

candidate of physico-mathematical sciences, associate
professor of physics named YSU. I.A. Bunin
E-mail: dirnusr@mail.ru

A.A. ZAITSEV

candidate of physico-mathematical sciences, professor,
vice-rector of Yerevan State University them. I.A. Bunin
E-mail: zaitsev@elsu.ru

D.V. KUZNETSOV

candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head.
YSU Department of Physics them. I.A. Bunin
E-mail: kuznetcovdv007@mail.ru

A.V. KARPACHEV

YSU student them. I.A. Bunin

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

MATHEMATICAL MODEL THERMOELECTROKINETIC EFFECT

В статье на основе термодинамики необратимых процессов строится математическая модель термоэлектрокинетического эффекта в водных растворах электролитов с двумя видами ионов с учетом трех термодинамических сил. Предполагается, что термоэлектрокинетическая ЭДС обусловлена взаимным наложением явлений термодиффузии, концентрационной диффузии и бародиффузии, обусловленной небольшим перепадом давления при течении жидкости.

Ключевые слова: термоэлектрокинетический эффект, термодиффузия, бародиффузия, растворы электролитов, термоэлектрические явления, перекрестные эффекты.

In this article a mathematical model of the thermoelectrokinetic effect in the aqueous electrolyte solutions with two kinds of ions is constructed. The model is based on the thermodynamics of irreversible processes and constructed with allowance the three thermodynamic forces. It's assumed to the thermoelectrokinetic electromotive force caused by to the mutual influence of effects of thermal diffusion, concentration diffusion and pressure diffusion which caused by pressure gradients.

Keywords: thermoelectrokinetic effect, thermal diffusion, pressure diffusion, electrolyte solutions, thermoelectric phenomena, cross-effects.

В работах [1,2] впервые экспериментально исследован эффект формирования термоэлектрокинетической ЭДС в вязких электропроводящих средах, водных растворах ионных соединений, обусловленной переносом электрического заряда при наличии переноса массы (гидродинамического потока) и переноса внутренней энергии (наличии градиента температуры). В представленной работе исследуется открытая система в виде вертикальной U-образной трубки, через которую может протекать электропроводящая жидкость, при наличии вертикального градиента температуры рис. 1.

Система является открытой для переноса тепла, массопереноса и электропереноса, поток жид-

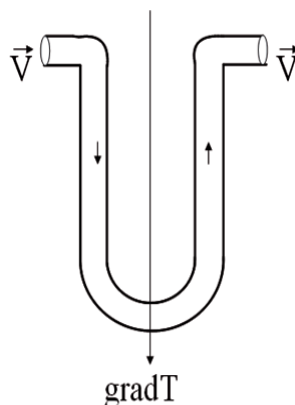


Рис. 1. U-образная трубка.

кости формируется не градиентом температуры, а внешним, создаваемым искусственно, малым перепадом давления. В данном случае электрическая цепь может быть разомкнутой, что обеспечивает возможность измерения термоэлектрокинетической ЭДС. Сущность кинетической неоднородности, как это видно из рис. 1, заключается в том, что в

одном из колен U – образной трубки скорость течения жидкости совпадает по направлению с градиентом температуры, а в другом колене эти направления противоположны. Таким образом, обусловленные термодиффузией потоки ионов направлены в одном колене по течению, а в другом – против течения электропроводящей жидкости, что и приводит к формированию термоэлектрокинетической ЭДС измеряемой в эксперименте.

Построим математическую модель явления наблюдаемого в эксперименте в рамках термодинамики необратимых процессов применительно к водным растворам электролитов. Для построения математической модели воспользуемся законом сохранения материи, записанном в одной из характеристических систем, который в нашем случае выглядит следующим образом [3].

$$\frac{\partial c_k}{\partial t} = -\text{div}(c_k \vec{\omega}) - \text{div} \vec{J}_k \quad (1)$$

Здесь c_k – объемная концентрация частиц вида k . $\vec{J}_k$ – плотность потока частиц вида k . $\vec{\omega}$ – одна из характеристических скоростей.

В стационарном состоянии, когда потоки не зависят от времени $\frac{\partial c_k}{\partial t} = 0$, уравнение (1) равно

$$\text{div}(c_k \vec{\omega}) = -\text{div} \vec{J}_k. \text{ В случае отсутствия макроскопических потоков } -\text{div} \vec{J}_k = 0.$$

Диффузионные потоки могут быть записаны в первом приближении для состояний, близким к равновесным, с помощью феноменологических законов – линейных соотношений между потоками и силами [4].

Прежде чем определять потоки, рассмотрим процедуру экспериментального определения термоэлектрокинетической ЭДС.[2]

Сначала производится измерение напряжения между электродами в случае термодинамического равновесия, для оценки величины электрохимической ЭДС. Далее устанавливается стационарный градиент температуры между областью изгиба и концами U-образной трубки в отсутствие скорости протекания электролита. Величина измеряемого в этих условиях напряжения U_1 соответствует вкладу ЭДС электрохимической природы. На следующем этапе устанавливается постоянная скорость протекания электролита при наличии градиента температуры. На последнем этапе включением дополнительных нагревателей добиваются минимизации разности температур на входе и выходе трубки и, вследствие этого, минимизации вклада термоэлектрического эффекта в измеряемую ЭДС и установление стационарного значения сигнала U_2 . В итоге, разность значений U_1 и U_2 дает величину термоэлектрокинетической ЭДС.

Таким образом, на первом этапе в обоих коленах U-образной трубки устанавливаются стационарные градиенты температуры в отсутствие протекания

жидкости. Это означает, что в обоих коленах трубки возникают термодиффузионные потоки заряженных ионов, которые приводят к возникновению градиентов концентрации.

Полагаем, что градиент давления и внешние силовые поля отсутствуют. Имеем нейтральный растворитель (компонент 1) и единственный электролит (компонент 2) с двумя видами ионов + и – и недиссоциированными молекулами индекс u . Диффузионные потоки катионов, анионов и недиссоциированных молекул связаны с диффузионным потоком электролита соотношениями.

$$\begin{aligned} \vec{J}_+ &= v_+ \alpha \vec{J}_2; & \vec{J}_- &= v_- \alpha \vec{J}_2; \\ \vec{J}_u &= (1 - \alpha) \vec{J}_2; & v \vec{J}_u + \vec{J}_+ + \vec{J}_- &= v \vec{J}_2 \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь v_+ и v_- – числа распадов ионов, $v = v_+ + v_-$, α – степень диссоциации электролита. Поэтому достаточно определить один диффузионный поток, остальные могут быть вычислены из уравнений (2).

Практически все диффузионные процессы удобно рассматривать либо в характеристической системе Хитторфа, в этом случае все скорости отсчитываются относительно средней скорости частиц вида 1, либо в характеристической системе Фика, в которой за нуль принимается средняя объемная скорость электролита $\vec{w}$ [4]. В первом случае диффузионный поток частиц вида k записывается $\vec{J}_k^I = c_k (\vec{v}_k - \vec{v}_1)$, где $\vec{v}_i$ – скорость соответствующего сорта частиц. Во втором $\vec{J}_k^w = c_k (\vec{v}_k - \vec{w})$, где средняя объемная скорость электролита равна $\vec{w} = \sum_k c_k V_k \vec{v}_k$, V_k – парциальный молярный объем частиц вида k .

При наличии градиентов температуры и давления в пренебрежении силами вязкого трения диффузионный поток электролита в характеристических системах Хитторфа и Фика может быть записан [4]

$$\vec{J}_2^I = -\frac{1}{x_1 V} \left(D \text{grad}(x_2) + D_P \frac{\text{grad} P}{P} - D_T \frac{\text{grad} T}{T} \right) \quad (3)$$

$$\vec{J}_2^w = -\frac{V_2}{\bar{V}^2} \left(D \text{grad}(x_2) + D_P \frac{\text{grad} P}{P} - D_T \frac{\text{grad} T}{T} \right). \quad (4)$$

Здесь $\bar{V} = \frac{1}{c}$ – молярный объем смеси, V_2 – парциальный молярный объем электролита, x_2 – молярная доля электролита, P – давление T – температура, D, D_P, D_T – коэффициенты диффузии, барродиффузии и термодиффузии соответственно.

На начальном этапе эксперимента отсутствует макроскопический поток жидкости или градиент давления и устанавливается стационарный градиент температуры. Поэтому для данного этапа пренебрежем слагаемым с градиентом давления. Тогда уравнения (2) и (3) для этого случая

$$\vec{J}_2^I = -\frac{D}{x_1 V} (\text{grad}(x_2) - s \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \text{grad} T) \quad (5)$$

$$\vec{J}_2^w = -\frac{DV_1}{V^2}(\text{grad}(x_2) - s \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \text{grad}T) \quad (6)$$

Здесь V_1 – парциальный молярный объем растворителя, x_1 – молярная доля растворителя, s – коэффициент Соре, характеризующий термодиффузию

$s = \frac{D_T}{D \cdot T \cdot x_1 \cdot x_2}$. В уравнениях (5) и (6) переменными величинами являются концентрация и температура. Однако временное распределение температуры вдоль трубки может быть определено независимо из экспериментальных измерений. Величины потоков частиц вида k (2) с учетом выражений для потоков электролита (5) или (6) подставляются в уравнение баланса массы (1), записанное для случая отсутствия макроскопического течения жидкости

$$\frac{\partial c_k}{\partial t} = -\text{div} \vec{J}_k. \quad (7)$$

Последнее уравнение в частных производных может быть решено методом конечных разностей с учетом начального условия $c_2(t=0) = c_0 = \text{const}$ – равномерное распределение концентрации электролита вдоль трубки и граничного условия – трубка закрыта для обмена веществом с обоих концов.

Найденные временные зависимости для температуры и концентрации могут быть использованы для определения временной зависимости распределения разности потенциалов, которая получается из условия равенства нулю электрического тока, на основе выражений для обобщенных сил и потоков [4]

$$\begin{aligned} -F \text{grad} \phi &= \frac{1}{z_-} \left[(\text{grad} \mu_-)_{T,P} + \frac{Q^*}{T} \text{grad} T \right] + \\ &+ \frac{g_+}{z_+ v_+} \left[(\text{grad} \mu_+)_{T,P} + \frac{Q^*}{T} \text{grad} T \right] = \\ &= \frac{1}{z_+} \left[(\text{grad} \mu_+)_{T,P} + \frac{Q^*}{T} \text{grad} T \right] + \\ &+ \frac{g_-}{z_- v_-} \left[(\text{grad} \mu_-)_{T,P} + \frac{Q^*}{T} \text{grad} T \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

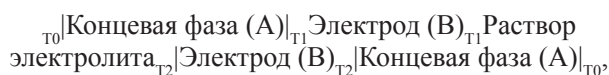
Здесь g – общие числа переноса, Q^* – теплоты переноса связаны с числами переноса Хитторфа t катионов, анионов и недиссоциированных молекул, τ_u – приведенным числом переноса недиссоциированных молекул электролита, следующими соотношениями [4]

$$\begin{aligned} v_+ Q_+^* + v_- Q_-^* &= Q_u^* = Q^* \\ t_+ + z_+ v_+ \tau_u &= g_+, \quad t_- + z_- v_- \tau_u = g_- \end{aligned}$$

Градиенты химических потенциалов ионов и молекул растворителя связаны с градиентом молярности электролита

$$\begin{aligned} (\text{grad} \mu_i)_{T,P} &= \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial m} \right)_{T,P} \cdot \text{grad}(m) \quad (i = +, -), \\ (\text{grad} \mu_2)_{T,P} &= \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial m} \right)_{T,P} \text{grad}(m). \end{aligned}$$

Однако термодиффузионные потенциалы непосредственно измерить нельзя, поскольку Э.Д.С. неизотермических гальванических цепей можно экспериментально определить только по разностям термодиффузионных и других электрических потенциалов [электрохимия]. Поэтому рассмотрим простейшую термоцепь вида



здесь T_0 – комнатная температура, при которой находится измерительный прибор, T_1, T_2 – температуры первого и второго электродов и непосредственно с ними граничащих слоев электролита. Раствор может состоять из любых веществ (электролитов и неэлектролитов), однако всегда должны быть такие виды ионов, для которых электроды являются обратимыми, например, ионы Cl^- в случае хлорсеребряных электродов.

Тогда при отсутствии внешних силовых полей и пренебрежении градиентом давления для случая одного электролита с двумя видами ионов для величины термоэлектрической силы цепи $\varepsilon = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\hat{O}}{\Delta T}$, где $\hat{O}$ – Э.Д.С. термоцепи, обусловленной гомогенным вкладом термодиффузионного и термоэлектрического потенциала, справедливо выражение [4]

$$F \varepsilon = \frac{S_a}{z_i} - (S_y^*)_A - \frac{S_i^*}{z_i} + \frac{1-g_i}{z_i v_i} \left(\frac{Q^*}{T} + \mu_2 \frac{\partial m}{\partial T} \right), \quad (9)$$

где $\mu_2 = \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial m} \right)_{T,P}$ может быть определена из незави-

симых экспериментальных измерений, S_a – для случая хлорсеребряных электродов равна $\bar{S}_{AgCl} - \bar{S}_{Ag}$ ($\bar{S}_{Ag}$ – молярная энтропия твердого серебра, $\bar{S}_{AgCl}$ – молярная энтропия твердого хлористого серебра), S_y^* – парциальная молярная энтропия электронов в электроде, $S_i^* = \frac{Q_i^*}{T} + S_i$. Здесь S_i^* – условные значения энтропии переноса ионов, S_i – парциальная молярная энтропия ионов вида i в растворе электролита. Задаваясь численным значением энтропии переноса электронов S_y^* , можно получить условное значение энтропии переноса ионов S_i^* [4].

На втором этапе эксперимента при наличии градиента температуры включается протекание жидкости. Это означает, что в первом приближении в пренебрежении силами трения для потоков справедливы выражения (3) и (4). Данные потоки подставляются в уравнение неразрывности (1) с учетом макроскопического течения со скоростью w . Последнее уравнение может быть решено методом конечных разностей. Начальным условием для него является распределение концентраций, полученное из предыдущего уравнения для стационарного режима. В качестве граничного условия удобнее всего принять циклические граничные условия, что экви-

валентно замыканию U – образной трубки в тороид, поскольку в отличие от предыдущего случая система является открытой для обмена веществом.

Полученное на основе решения предыдущего уравнения распределение концентрации $c(x,t)$, где x – координата, отсчитываемая вдоль трубки, может быть использовано для вычисления распределения электрического потенциала $\varphi(x,t)$. Выражение для потенциала в данном случае может быть получено, как и ранее, из условия отсутствия электрического тока с учетом нового выражения для потока при наличии градиента давления. Либо в нулевом приближении можно использовать предыдущее соотношение (8).

Таким образом, в рамках данной модели, основной вклад в формирование термоэлектрокинетической ЭДС дает слагаемое $D_p \frac{\text{grad}P}{P}$ в выражениях для потока (3), (4) обусловленное процессами барродиффузии. Оценим приблизительно вклад в формирование термоэлектрокинетической ЭДС данного слагаемого и сравним с вкладом слагаемого $D_T \frac{\text{grad}T}{T}$ в формирование термодиффузионной разности потенциалов.

К сожалению, экспериментальных данных по коэффициентам барродиффузии электролитов не существует, однако на основании соотношений взаимности Онзагера можно получить выражение, связывающее коэффициент барродиффузии с коэффициентом концентрационной диффузии для растворов неэлектролитов [4].

$$D_p = D \frac{M_1 M_2 P x_1}{M_1 x_1 + M_2 x_2} \left(\frac{V_2}{M_2} - \frac{V_1}{M_1} \right) \frac{1}{\left(\frac{\partial \mu}{\partial x_2} \right)_{T,P}}.$$

Здесь индекс 2 относится к растворенному веществу, 1 к растворителю. Воспользовавшись выражениями для парциальных молярных объемов V_i , скобку в последнем выражении можно представить в виде

$$\left(\frac{1}{M_2 c_2} - \frac{1}{M_1 c_1} \right), \text{ Производную } \left(\frac{\partial \mu}{\partial x_2} \right)_{T,P} \text{ вычислим}$$

из выражения для химического потенциала растворенного вещества при бесконечном разбавлении [4]

$$\left(\frac{\partial \mu}{\partial x_2} \right)_{T,P} = \frac{RT}{x_2}. \text{ По определению, молярные доли}$$

$x_i = \frac{c_i}{c}$. Также воспользуемся связью, выражающей потерю давления жидкости Δp , вытекающей из трубы круглого сечения диаметром D , с объемным расходом Q [6].

$$\Delta p = \frac{128 Q \eta l}{\pi D^4}$$

В последнем выражении η – коэффициент динамической вязкости, l – длина трубы.

В слагаемом пропорциональном градиенту температуры коэффициент термодиффузии D_T связан с коэффициентом Соре s , для которого имеются экс-

периментальные данные [4], посредством соотношения $D_T = s \cdot D \cdot T \cdot x_1 \cdot x_2$.

Произведем количественную оценку потоков обусловленных барродиффузией и термодиффузией хлористого калия, все необходимые для расчета данные которого имеются в литературе.

Коэффициент концентрационной диффузии хлористого калия для концентрации $c_2 = 0.05$ моль/л и температуры $25^\circ\text{C} - 1.99 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2\text{с}^{-1}$ [7]. Подстановка этих значений в выражение для коэффициента барродиффузии дает значение $1.4 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2\text{с}^{-1}$.

Коэффициент динамической вязкости разбавленного раствора не значительно отличается от коэффициента для чистой воды, равного $0.001 \text{ Па} \cdot \text{с}$. Для величины объемного расхода Q , равного 8 мл/мин и длины трубки $l - 20 \text{ см}$, диаметром 1.5 см , разность давлений на входе и выходе трубки равна 0.34 Па .

Тогда составляющая $D_p \frac{\text{grad}P}{P}$ потока, обусловленная барродиффузией, будет равна $4.9 \cdot 10^{-18} \text{ м/с}$.

Коэффициента Соре s хлористого калия для данной концентрации в литературе нет, однако линейной экстраполяцией коэффициента Соре для концентрации 1 моль/л , равного $0.4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/град}$ [4], в область низких концентраций для концентрации 0.05 моль/л получим значение $0.02 \cdot 10^{-3} \text{ 1/град}$. Тогда для разности температур на концах трубки, равной 10 градусов,

составляющая потока $D_T \frac{\text{grad}T}{T}$, обусловленная термодиффузией, будет равна $3.6 \cdot 10^{-16} \text{ м/с}$, а отношение соответствующих потоков $D_T \frac{\text{grad}T}{T} / D_p \frac{\text{grad}P}{P}$ будет равно приблизительно 75 .

При анализе данного результата следует учесть, что на самом деле зависимость коэффициента Соре от концентрации носит нелинейный характер, в области низких концентраций коэффициент Соре уменьшается быстрее, чем в области более высоких концентраций, поэтому значение данного коэффициента для хлористого калия будет еще меньше. Вследствие этого оценка для вычисленного отношения, равного 75 , является верхней границей, реальное отношение будет еще меньше, т.е. можно считать, что данное отношение будет порядка 10^1 .

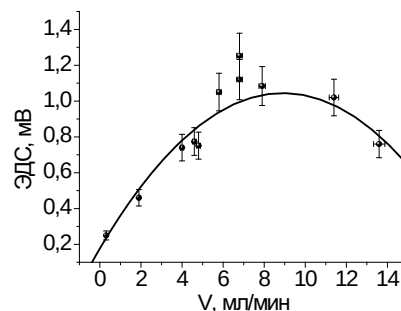


Рис. 2. Зависимость величины термоэлектрокинетической ЭДС в растворе гидроксида калия концентрацией $0,036 \text{ моль/литр}$.

Из экспериментальных измерений для гидроксида калия, термодиффузионная разность потенциалов

при разности температур порядка 10 градусов будет порядка нескольких мВ. Поскольку вклад в суммарный поток для барродиффузии в 10 раз меньше, чем для термодиффузии, то термоэлектрокинетическая ЭДС, определяемая в рамках построенной модели как раз явлением барродиффузии, будет порядка десятых мВ, что хорошо согласуется с экспериментальными данными.

Таким образом, построена математическая модель термоэлектрокинетического эксперимента в

рамках термодинамики необратимых процессов в пренебрежении силами вязкого трения и зависимостью параметров электролита от температуры.

В рамках сделанных предположений, модель может быть справедливой для малых скоростей течения жидкости (начальный участок на кривой зависимости термоэлектрокинетической ЭДС от скорости потока рис. 2 [2]).

Библиографический список

1. *Грабов В.М., Зайцев А.А., Кузнецов Д.В., Мартынов И.А.* Экспериментальное наблюдение термоэлектрокинетического эффекта в жидких электролитах. // Материалы IV Всероссийской конференции «Необратимые процессы в природе и технике» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Москва. 2007, С. 65 – 69.
2. *Грабов В.И., Зайцев А.А., Кузнецов Д.В.* Совместное протекание термоэлектрического и термоэлектрокинетического эффектов в водных растворах электролитов. // Материалы XII межгосударственного семинара «Термоэлектрики и их применение». ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. СПб. 2010, С. 168-173.
3. *Пригожин И., Кондепуди Д.* Современная термодинамика. М.: Мир, 2002. 461 с.
4. *Хаазе. Р.* Термодинамика необратимых процессов. М.: Мир, 1967. 544 с.
5. *Антропов Л.И.* Теоретическая электрохимия. М.: Высшая школа, 1984. 510 с.
6. *Бударин В.А.* Метод расчета движения жидкости. Одесса.: Астропринт, 2006. 136 с.
7. *Справочник по электрохимии*// Под ред. А.М. Сухотина. Л.: Химия, 1981. 488 с.

References

1. *Grabov V.M., Zaitsev A.A., Kuznetsov D.V., Martynov I.A.* The experimental observation of the thermoelectrokinetic effect in the liquid electrolytes.// Proceedings of IV National IFLA conference “Irreversible processes in nature and technology” MSTU. NE Bauman. Moscow. 2007, p. 65-69
 2. *Grabov V.M., Zaitsev A.A., Kuznetsov D.V.* The co-occurrence of thermoelectric and thermoelectrokinetic effects in the aqueous electrolyte solutions.// Proceedings of XII interstate seminar “Thermoelectrics and their application”. The Ioffe Institute St. Petersburg Academy of Sciences. 2010, c. 168-173.
 3. *Prigogine I., Kondepudi D.* Modern Thermodynamics. M.: Mir, 2002. 461 p.
 4. *Haase R.* The thermodynamics of irreversible processes. M.: Mir, 1967.-544 p.
 5. *Antropov L.I.* theoretical Electrochemistry. M.: Vyshaya shkola, 1984.-521 p.
 6. *Budarin V.A.* The method of calculation of fluid motion. Odessa.: Astroprint, 2006.-136p.
 7. *Reference Electrochemistry*// Edited by A.M. Sukhotin.-L.: Khimia, 1981. – 488 p.
-

УДК 511.34

UDC 511.34

Д.В. ГОРЯШИН

старший преподаватель кафедры математических и компьютерных методов анализа Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
E-mail: goryashin@mech.math.msu.su

D.V. GORYASHIN

assistant Professor of the Department of Mathematical and Computer Methods of Analysis, Lomonosov Moscow State University
E-mail: goryashin@mech.math.msu.su

БИНАРНАЯ АДДИТИВНАЯ ЗАДАЧА С БЕСКВАДРАТНЫМИ ЧИСЛАМИ

BINARY ADDITIVE PROBLEM WITH SQUAREFREE NUMBERS

В работе получена асимптотическая формула для количества представлений натурального числа N в виде $q_1 + [\alpha q_2]$, где q_1 – некоторое фиксированное иррациональное алгебраическое число и q_1, q_2 – бесквадратные числа.

Ключевые слова: аддитивная задача, асимптотическая формула, бесквадратные числа.

An asymptotic formula for the number of representations of an integer N in the form $q_1 + [\alpha q_2]$ is obtained, where α is a fixed irrational algebraic number, and q_1, q_2 are squarefree numbers.

Keywords: additive problem, asymptotic formula, squarefree numbers.

В 1929-1933 гг. Эвелин и Линфут в серии работ [1] доказали асимптотические формулы для величины $r_\nu(N)$, равной количеству представлений числа N в виде суммы ν бесквадратных чисел, $\nu \geq 2$. При $\nu \geq 3$ их результаты впоследствии уточнялись с использованием кругового метода. В случае $\nu = 2$ доказанная ими асимптотическая формула имеет вид

$$r_2(N) = N \prod_p \left(1 - \frac{2}{p^2} \right) \prod_{p^2 | N} \frac{p^2 - 1}{p^2 - 2} + O(N^{\frac{2}{3} + \varepsilon}),$$

где $\varepsilon > 0$ произвольно. Отметим, что более простое доказательство этой асимптотической формулы в 1931 г. предложил Т. Эстерманн [2].

В настоящей работе рассматривается следующее обобщение этой задачи. Пусть α – некоторое фиксированное иррациональное число и пусть $r_2(\alpha, N)$ равно количеству представлений натурального числа N в виде суммы бесквадратного числа q_1 и числа вида $[\alpha q_2]$, где q_2 также бесквадратное: $q_1 + [\alpha q_2] = N$.

Теорема. Пусть $\alpha > 1$ – иррациональное алгебраическое число. Тогда при любом $\varepsilon > 0$ для величины $r_2(\alpha, N)$ справедлива асимптотическая формула

$$r_2(\alpha, N) = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{6}{\pi^2} \right)^2 N + O(N^{\frac{5}{6} + \varepsilon}).$$

Доказательство. Представим $r_2(\alpha, N)$ в виде суммы

$$r_2(\alpha, N) = \sum_{n + [\alpha m] = N} \mu^2(n) \mu^2(m)$$

и воспользуемся известным тождеством $\mu^2(n) = \sum_{d^2 | n} \mu(d)$. Тогда

$$\begin{aligned} r_2(\alpha, N) &= \sum_{n + [\alpha m] = N} \sum_{d^2 | n} \mu(d) \sum_{r^2 | m} \mu(r) = \\ &= \sum_{d^2 l + [\alpha r^2 s] = N} \mu(d) \mu(r) = \sum_{d \leq \sqrt{N}} \sum_{r \leq \sqrt{N/\alpha}} \mu(d) \mu(r) \sum_{d^2 l + [\alpha r^2 s] = N} 1. \end{aligned}$$

Выделим в двойной сумме по d и r слагаемые, отвечающие условиям $d \leq N^{1/6}$, $r \leq N^{1/6}$. Получим

$$\begin{aligned} r_2(\alpha, N) &= \sum_{d \leq N^{1/6}} \sum_{r \leq N^{1/6}} \mu(d) \mu(r) \sum_{d^2 l + [\alpha r^2 s] = N} 1 + R_1 + R_2, \\ |R_1| &\leq \sum_{d > N^{1/6}} \sum_{l \leq \frac{N}{d^2}} K(N - d^2 l), \quad |R_2| \leq \sum_{r > N^{1/6}} \sum_{s \leq \frac{N}{\alpha r^2}} \tau(N - [\alpha r^2 s]), \end{aligned}$$

где $K(m)$ равно числу решений в натуральных числах r, s уравнения $[\alpha r^2 s] = m$. Поскольку $\alpha > 1$, существует не более одного значения k такого, что

$$[\alpha k] = m, \quad \text{причем} \quad k \leq \frac{m}{\alpha} \leq \frac{N}{\alpha} < N. \quad \text{Следовательно,}$$

$$K(m) \leq \max_{k \leq N} \tau(k) \ll N^\varepsilon. \quad \text{Значит,}$$

$$|R_1| \ll N^\varepsilon \sum_{d > N^{1/6}} \frac{N}{d^2} = N^{1+\varepsilon} \sum_{d > N^{1/6}} \frac{1}{d^2} \ll N^{1+\varepsilon} \int_{N^{1/6}}^{+\infty} \frac{dt}{t^2} = N^{5/6+\varepsilon},$$

и аналогично

$$|R_2| \ll N^\varepsilon \sum_{r > N^{1/6}} \frac{N}{\alpha r^2} \ll N^{5/6+\varepsilon}.$$

Рассмотрим теперь сумму

$$S = \sum_{d \leq N^{1/6}} \sum_{r \leq N^{1/6}} \mu(d) \mu(r) \sum_{d^2 l + [\alpha r^2 s] = N} 1.$$

Равенство $d^2 l + [\alpha r^2 s] = N$ равносильно тому, что $\alpha r^2 s - 1 < N - d^2 l < \alpha r^2 s$ или

$$\frac{N - d^2 l}{\alpha r^2} < s < \frac{N - d^2 l}{\alpha r^2} + \frac{1}{\alpha r^2}.$$

Пусть функция $\omega(x)$ задана на полуинтервале $(0;1]$ следующим образом:

$$\omega(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } 1 - \frac{1}{\alpha r^2} < x < 1; \\ \frac{1}{2}, & \text{если } x = 1 - \frac{1}{\alpha r^2} \text{ или } x = 1; \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

и продолжена периодически на всю числовую ось. Тогда

$$\sum_{d^2 l + [\alpha r^2 s] = N} 1 = \sum_{\substack{l \leq \frac{N}{d^2}}} \omega\left(\frac{N - d^2 l}{\alpha r^2}\right).$$

Поскольку $\omega(x) = \frac{1}{\alpha r^2} + \rho\left(x + \frac{1}{\alpha r^2}\right) - \rho(x)$, где $\rho(x) = \frac{1}{2} - \{x\}$, получаем

$$\begin{aligned} S &= \sum_{d \leq N^{1/6}} \sum_{r \leq N^{1/6}} \mu(d) \mu(r) \times \\ &\times \sum_{\substack{l \leq \frac{N}{d^2}}} \left(\frac{1}{\alpha r^2} + \rho\left(\frac{N - d^2 l + 1}{\alpha r^2}\right) - \rho\left(\frac{N - d^2 l}{\alpha r^2}\right) \right) = \\ &= \frac{N}{\alpha} \sum_{d \leq N^{1/6}} \frac{\mu(d)}{d^2} \sum_{r \leq N^{1/6}} \frac{\mu(r)}{r^2} + O(N^{\frac{1}{3}}) + \\ &+ \sum_{d \leq N^{1/6}} \sum_{r \leq N^{1/6}} \mu(d) \mu(r) \times \\ &\times \sum_{\substack{l \leq \frac{N}{d^2}}} \left(\rho\left(\frac{N - d^2 l + 1}{\alpha r^2}\right) - \rho\left(\frac{N - d^2 l}{\alpha r^2}\right) \right). \end{aligned}$$

Первое из полученных слагаемых дает главный член асимптотики. Действительно,

$$\sum_{d \leq N^{1/6}} \frac{\mu(d)}{d^2} = \sum_{d=1}^{\infty} \frac{\mu(d)}{d^2} + O\left(\int_{N^{1/6}}^{+\infty} \frac{dt}{t^2}\right) = \frac{1}{\zeta(2)} + O\left(\frac{1}{N^{\frac{1}{6}}}\right),$$

поэтому учитывая, что $\zeta(2) = \frac{\pi^2}{6}$, получаем

$$\begin{aligned} \frac{N}{\alpha} \sum_{d \leq N^{1/6}} \frac{\mu(d)}{d^2} \sum_{r \leq N^{1/6}} \frac{\mu(r)}{r^2} &= \\ &= \frac{N}{\alpha} \left(\frac{6}{\pi^2} + O\left(\frac{1}{N^{\frac{1}{6}}}\right) \right)^2 = \frac{N}{\alpha} \left(\frac{6}{\pi^2} \right)^2 + O(N^{\frac{5}{6}}). \end{aligned}$$

Для оценки тройной суммы в последнем слагаемом применим следующую лемму о разложении функции $\rho(x)$ в ряд Фурье (см. [3]).

Лемма 1. При всех $P \geq 2$ для функции

$$\rho(x) = \frac{1}{2} - \{x\} \text{ имеет место разложение}$$

$$\rho(x) = \sum_{1 \leq |k| \leq P} \frac{e^{2\pi i k x}}{2\pi i k} + O(r(x)),$$

где

$$\begin{aligned} r(x) &= \frac{1}{\sqrt{1 + P^2 \sin^2 \pi x}} = \\ &= \sum_{1 \leq |k| \leq P \ln P} c_k e^{2\pi i k x} + O\left(\frac{\ln P}{P}\right), \quad c_k \ll \frac{1}{|k|}. \end{aligned}$$

Имеем

$$\begin{aligned} S_1 &= \sum_{d \leq N^{1/6}} \sum_{r \leq N^{1/6}} \mu(d) \mu(r) \sum_{\substack{l \leq \frac{N}{d^2}}} \left(\rho\left(\frac{N - d^2 l + 1}{\alpha r^2}\right) - \rho\left(\frac{N - d^2 l}{\alpha r^2}\right) \right) = \\ &= \sum_{d \leq N^{1/6}} \sum_{r \leq N^{1/6}} \mu(d) \mu(r) \sum_{\substack{l \leq \frac{N}{d^2}}} \sum_{1 \leq |k| \leq P} \frac{e^{\frac{2\pi i k (N - d^2 l + 1)}{\alpha r^2}} - e^{\frac{2\pi i k (N - d^2 l)}{\alpha r^2}}}{2\pi i k} + O(R_3) = \\ &= \sum_{r \leq N^{1/6}} \mu(r) \sum_{1 \leq |k| \leq P} \frac{e^{\frac{2\pi i k N}{\alpha r^2}} - e^{\frac{2\pi i k}{\alpha r^2}}}{2\pi i k} \sum_{d \leq N^{1/6}} \mu(d) \sum_{\substack{l \leq \frac{N}{d^2}}} e^{-\frac{2\pi i k d^2 l}{\alpha r^2}} + O(R_3), \end{aligned}$$

где

$$|R_3| \ll \frac{\ln P}{P} \sum_{r \leq N^{1/6}} \sum_{1 \leq |k| \leq P \ln P} \sum_{d \leq N^{1/6}} \left| \sum_{\substack{l \leq \frac{N}{d^2}}} e^{-\frac{2\pi i k d^2 l}{\alpha r^2}} \right| + O\left(\frac{N^{\frac{7}{6}} \ln P}{P}\right).$$

Каждую из получившихся сумм по k и по d разобьем теперь на суммы по промежуткам вида $K < k \leq 2K$, $D < d \leq 2D$ соответственно, где $2K \leq P \ln P$, $2D \leq N^{1/6}$; всего таких сумм будет $\ll \ln N$ (мы считаем, что $P \leq N$). Тогда, пользуясь неравенством

$$\sum_{y \leq Y} e^{2\pi i \lambda y} \leq \min\left(Y, \frac{1}{2\|\lambda\|}\right),$$

получим

$$\begin{aligned} |S_1| &\ll \frac{\ln^4 N}{K} \sum_{r \leq N^{1/6}} \max_{\substack{2K \leq P \ln P \\ 2D \leq N^{1/6}}} \times \\ &\times \sum_{K < |k| \leq 2K} \sum_{D < d \leq 2D} \min\left(\frac{N}{D^2}, \frac{1}{\left\|\frac{kd^2}{\alpha r^2}\right\|}\right) + \frac{N^{\frac{7}{6}} \ln N}{P} \ll \\ &\ll \frac{\ln^4 N}{K} \sum_{r \leq N^{1/6}} \max_{\substack{2K \leq P \ln P \\ 2D \leq N^{1/6}}} \times \\ &\times \sum_{KD^2 < m \leq 8KD^2} \tau(m) \min\left(\frac{N}{D^2}, \frac{1}{\left\|\frac{m}{\alpha r^2}\right\|}\right). \end{aligned}$$

Для оценки внутренней суммы воспользуемся оценкой $\tau(m) \ll N^\varepsilon$ и следующей леммой.

Лемма 2. Пусть $\lambda = \frac{a}{q} + \frac{\theta}{q^2}$, $(a, q) = 1$, $q \geq 1$,

$|\theta| \leq 1$. Тогда при $X, Y \geq 1$

$$\sum_{x \leq X} \min \left(Y, \frac{1}{\|\lambda x\|} \right) \ll \frac{XY}{q} + (X+q) \ln 2q.$$

По лемме 2 получаем

$$|S_1| \ll N^\varepsilon \sum_{r \leq N^{1/6}} \max_{\substack{2K \leq P \ln P \\ 2D \leq N^{1/6}}} \left(\frac{N}{q} + D^2 + \frac{q}{K} \right) + \frac{N^{\frac{7}{6}} \ln N}{P},$$

где $q = q(r)$ – знаменатель некоторой подходящей дроби к числу $\frac{1}{\alpha r^2}$. Зафиксируем некоторый параметр Q . Поскольку по условию число α , а значит, и число $\frac{1}{\alpha}$ – алгебраическое, то знаменатель q' подходящей дроби к этому числу можно выбрать так, что $Q^{1-\varepsilon} \ll q' \leq Q$. Тогда знаменатель q подходящей

дроби к числу $\frac{1}{\alpha r^2}$ можно выбрать так, что выполне-

ны неравенства $\frac{Q^{1-\varepsilon}}{r^2} \ll q \leq Q$.

Следовательно,

$$|S_1| \ll N^\varepsilon \left(\sum_{r \leq N^{1/6}} \left(\frac{Nr^2}{Q^{1-\varepsilon}} + Q \right) + N^{\frac{5}{6}} + \frac{N^{\frac{7}{6}}}{P} \right).$$

Выберем теперь параметры P и Q следующим образом:

$P = N^{\frac{1}{3}}$, $Q = \sqrt{Nr}$. Тогда получим

$$|S_1| \ll N^{\frac{5}{6}+2\varepsilon}. \text{ Теорема доказана.}$$

Библиографический список

1. Evelyn C. J. A., Linfoot E. H. On a problem in the additive theory of numbers // I: Math. Z. 30 (1929), 433–448; II: J. Reine Angew. Math. 164 (1931), 131–140; III: Math. Z., 34 (1932), 637–644; IV: Ann. of Math. 32 (1931), 261–270; V: Quart. J. Math. 3 (1932), 152–160; VI: Quart. J. Math. 4 (1933), 309–314.
2. Estermann T. On the representations of a number as the sum of two numbers not divisible by k -th powers // J. London Math. Soc. 6 (1931), 7–40.
3. Архипов Г.И., Садовничий В.А., Чубариков В.Н. Лекции по математическому анализу. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа. 2003. 640 с.

References

1. Evelyn C. J. A., Linfoot E. H. On a problem in the additive theory of numbers // I: Math. Z. 30 (1929), 433–448; II: J. Reine Angew. Math. 164 (1931), 131–140; III: Math. Z., 34 (1932), 637–644; IV: Ann. of Math. 32 (1931), 261–270; V: Quart. J. Math. 3 (1932), 152–160; VI: Quart. J. Math. 4 (1933), 309–314.
2. Estermann T. On the representations of a number as the sum of two numbers not divisible by k -th powers // J. London Math. Soc. 6 (1931), 37–40.
3. Arkhipov G.I., Sadovnichii V.A., Chubarikov V.N. Lectures on mathematical analysis. – 3-rd ed. – M.: Drofa. – 2003. – 640 p. (In Russian.)

С.А. ДОЛГОВА

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы, инвестиции и кредит» Орловского государственного аграрного университета
E-mail: s_a_dolgova@mail.ru

S.V. DOLGOVA

c.e.s., assistant professor chairs «Finance, investments and credit», Orel state agrarian university
E-mail: s_a_dolgova@mail.ru

ФИНАНСОВАЯ ОЦЕНКА БАНКОВСКИХ ЗАЕМЩИКОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

FINANCIAL EVALUATION OF BANK BORROWERS BASED APPROACH SISTEMNOGO

В статье рассматриваются вопросы оценки кредитоспособности банковских заемщиков, представлены виды состоятельности, предлагается методика оценки финансового состояния предприятий с применением системного подхода, включающего аналитические коэффициенты. На основе парных соотношений коэффициентов построен граф предпочтений, трансформированный в матрицу предпочтений, представляющую собой динамический норматив финансового состояния предприятия.

Ключевые слова: состоятельность, финансовое состояние, матрица, граф предпочтений, динамический норматив.

In article questions of an assessment of solvency of bank borrowers are considered, types of a solvency are presented, the technique of an assessment of a financial condition of the enterprises with application of the system analysis including analytical factors is offered. On the basis of pair ratios of factors the preference graph transformed to a matrix of preferences representing the dynamic standard of a financial condition of the enterprise is constructed.

Keywords: solvency, financial condition, matrix, preference graph, dynamic standard.

Традиционно в банковской практике надежность клиента связывают с его кредитоспособностью. Финансовая практика выработала определенные схемы и методы оценки предприятий, которые применяются российскими банками с разной степенью объективности [2].

Исходя из сегодняшних условий банковской деятельности, методы оценки клиента должны обеспечивать интересы банка не только с учетом текущего, но и перспективного состояния клиента, поэтому она не должна сводиться только к текущей финансовой оценке заемщика, а также оценке залога.

Необходимо, чтобы в оценочном комплексе, помимо финансовых и имущественных характеристик, были рассмотрены также различные рыночные аспекты, связанные с маркетинговой позицией заемщика, производственным состоянием, т.е. дана оценка конкурентоспособности клиента в текущем режиме на долгосрочную перспективу, не обозначенную только границами финансирования.

Состояние заемщика на различных этапах своего развития может быть разным, однако банк интересуется его положительный статус на всех этапах, что характеризуется как состоятельность заемщика.

Принято считать, что под состоятельностью банковского заемщика понимается характеристика экономического и имущественного его состояния, выраженная в обеспечении предприятия собственными и дополнительными ресурсами и финансово-хозяйственным потенциалом, гарантированно

обеспечивающим возврат заемных средств, в том числе и при возникновении форс-мажорных обстоятельств в период действия кредитного договора [1].

Соответственно, можно выделить виды состоятельности:

- финансовую;
- производственную;
- имущественную;
- рыночную.

Вес оценки именно финансового состояния из четырех аспектов занимает 30-40 процентов. Кроме того, при этом используется примерно одинаковый набор показателей для всех отраслей экономики, некоторые из которых имеют нормативные значения, другие оцениваются по динамике – рост-снижение.

Актуальным является рассмотрение проблемы финансового состояния организаций отдельных отраслей, поскольку в силу определенной специфики хозяйственной деятельности отдельные показатели, особенно ограниченные определенными нормативными значениями, не всегда могут быть корректно применимы в связи со спецификой производства.

В свою очередь, это может повлечь низкую оценку общей состоятельности заемщика и, соответственно, увеличение требований к залогу и другим видам кредитного обеспечения.

Следует отметить, что оценка финансовой состоятельности традиционно проводится коммерческими банками и включает: анализ денежных потоков, систему финансовых коэффициентов, рейтинговую

оценку и т.д.

Однако оценка на основе финансовых коэффициентов является статичной. Поэтому необходимо развитие этой методики по следующим направлениям:

- возможность прогнозирования финансового состояния предприятия;
- выявление факторов, определяющих финансовое состояние предприятия.

При этом данные направления являются важными как для банка, так и для заемщика. Таким образом, решение поставленных задач возможно с применением методики, сформированной на основе системного подхода [Погостинская].

В качестве производных необходимо использовать показатели, наиболее применяемые при построении аналитических коэффициентов, например, таких как собственные оборотные средства (СБОбС):

$$\text{СБОбС} = \text{КР} - \text{ВнА} \quad (1)$$

Таким образом, финансовый анализ опирается на показатели аналитического баланса, отчета о прибылях и убытках и расчетные показатели. Окончательный выбор параметров аналитической модели определяется поставленной задачей и используемыми аналитическими коэффициентами, которые задают не только абсолютные соотношения между формирующими их показателями, но и также, рассмотренные в динамике, характеризуют положительную или отрицательную тенденцию в функционировании предприятия.

Большинство коэффициентов сформированы как отношения двух показателей, поэтому представление о росте коэффициента как о положительной тенденции задает такое эталонное отношение между показателями, при котором показатель, находящийся в числителе, должен расти быстрее, чем показатель, находящийся в знаменателе.

Наглядное представление о нормативных парных соотношениях показателей дает граф предпочтений, трансформированный в матрицу предпочтений. Формально матрица нормативных соотношений показателей по темпам роста может быть описана следующим образом:

a_{ij} – элемент матрицы предпочтений, находящийся на пересечении i -ой строки и j -го столбца;

$a_{ij} = 1$, если i -ый показатель должен расти быстрее j -го;

$a_{ij} = -1$, если i -ый показатель должен расти медленнее j -го;

$a_{ij} = 0$, если нормативное соотношение не выявлено.

Сформированная таким образом матрица представляет собой динамический норматив финансового состояния предприятия.

Отражением результатов принятых и реализованных решений служит фактическое упорядочение показателей по темпам роста. В идеале фактическое упорядочение показателей должно совпадать с нормативным. Очевидно, что чем ближе такое совпадение, тем больше выполняется норматив-

ных соотношений. Поэтому оценкой финансовой устойчивости предприятия служит оценка близости фактического и нормативно установленного в динамическом нормативе упорядочений темпов роста показателей. Для анализа могут быть использованы показатели, в наибольшей степени, определяющие финансовое состояние предприятия и характеризующие соотношение срочных обязательств и источников их погашения такие как:

- валюта баланса – Б;
- пассивы долгосрочные – Пд;
- капиталы и резервы – КР;
- кредиторская задолженность краткосрочная – КЗк;
- денежные средства и краткосрочные финансовые вложения – ДСФВк;
- собственные оборотные средства – СБОбС.

Соотношения между этими показателями характеризуют следующие аналитические коэффициенты:

1. абсолютной ликвидности: $K_{\text{ла}}$;
2. собственной платежеспособности: $K_{\text{сп}}$;
3. автономии: $K_{\text{а}}$;
4. маневренности собственного капитала: $K_{\text{м}}$;
5. соотношения собственных оборотных средств и вложенного капитала: $K_{\text{сов}}$;
6. маневренности функционирующего капитала: $K_{\text{мф}}$;
7. финансовой зависимости: $K_{\text{фз}}$;
8. соотношения привлеченных и собственных средств: $K_{\text{пс}}$;
9. соотношения привлеченных и вложенных средств: $K_{\text{пв}}$;
10. долгосрочного привлечения заемных средств: $K_{\text{пд}}$.

Рост первых шести коэффициентов оценивается как благоприятная тенденция, следовательно, в динамическом нормативе должны выполняться следующие соотношения показателей по темпам роста:

$$T(\text{ДСФВк}) > T(\text{КЗк}); T(\text{КР}) > T(\text{Б}); T(\text{СБОбС}) > T(\text{КЗк}) \quad (2)$$

$$T(\text{СБОбС}) > T(\text{КР}) \quad (3)$$

$$T(\text{СБОбС}) > T(\text{Б}); T(\text{ДСФВк}) > T(\text{СБОбС}) \quad (4)$$

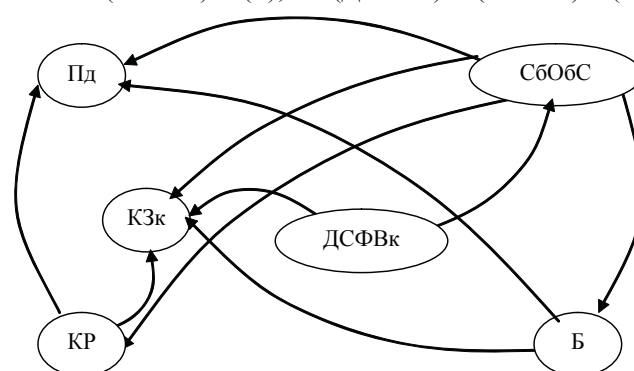


Рис. 1. Граф предпочтений показателей, задаваемый финансово-оперативными коэффициентами.

Оставшиеся четыре коэффициента в идеале должны снижаться, что задает следующие нормативные соотношения:

$$T(\text{Б}) < T(\text{КР}); T(\text{КЗ}) < T(\text{КР}); T(\text{КЗ}) < T(\text{Б}); T(\text{Пд}) < T(\text{КР}) \quad (5)$$

На основании связи финансово-оперативных коэффициентов строится граф предпочтений (рис.1). В графе предпочтений: вершины – отобранные показатели; дуги – отношения «быстрее».

В таблице 1 представлена матрица, соответствующая замыканию графа предпочтений, – матрица эталонных соотношений. Замыкание графа строится на основе принципа транзитивности.

Таблица 1.

Матрица эталонных соотношений

Показатели	Номер	1	2	3	4	5	6
Валюта баланса	1		1	-1	1	-1	-1
Пассивы долгосрочные	2	-1		-1	0	-1	-1
Капиталы и резервы	3	1	1		1	-1	-1
Кредиторская задолженность краткосрочная	4	-1	0	-1	0	-1	-1
Денежные средства и краткосрочные финансовые вложения	5	1	1	1	1	0	1
Собственные оборотные средства	6	1	1	1	1	-1	0

Так, в пятой строке втором столбце появляется «1», следовательно:

$$T(ДСФИк) > T(СбОбС) > T(Б) > T(Пд) \Rightarrow T(ДСФИк) > T(Пд)(6)$$

Расчет интегральных оценок финансовой устойчивости проводится по формуле:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |e_{ij}|} \quad (7)$$

Где: Y – оценка финансово-экономической устойчивости предприятия;

n – число показателей в динамическом нормативе;

i, j – номера показателей в динамическом нормативе;

b_{ij} – элемент матрицы совпадений фактического и эталонного соотношения темпов роста показателей;

e_{ij} – элемент матрицы эталонных соотношений между темпами роста показателей.

Следующим шагом анализа финансового состояния предприятия может служить выявление проблем, которые порождаются изменениями основных показателей. Средством их определения служит матрица нарушений.

Матрица нарушений формируется по следующему принципу:

1. если в матрице эталонных и фактических соотношений стоит «1», значит, нарушений нет, в этом случае матрица нарушений принимает значение «0»;

2. если в матрице эталонных соотношений

«-1», а в матрице фактических соотношений «1», то следовательно, имеет место нарушение, в матрице нарушений ставим «1».

Построение матрицы является наиболее важным шагом, так как позволяет выявить проблемные области в формировании финансовой устойчивости предприятия.

Для получения оценки качества и направления изменения оценки финансового состояния на основе рассматриваемой методики предлагается проводить оценку устойчивости динамики финансового состояния. Для получения такой оценки необходимо проанализировать анализируемые показатели на основе матрицы совпадений:

I группа – все совпадения;

II группа – 1-2 несовпадения;

III группа – 3-4 несовпадения;

IV группа – все несовпадения.

Для определения устойчивости и направленности данных изменений возможен расчет коэффициента устойчивости показателей по формуле:

$$K_i = SN_i : (N_1 \times t) \quad (8)$$

где: K_i – коэффициент устойчивости эффективности по i объекту;

SN_i – сумма номеров групп, в которой был зафиксирован объект в динамике (кроме начальной точки);

N_1 – номер начальной группы;

t – число лет изучаемого периода.

Если коэффициент больше 1, то изменения являются негативными, если меньше 1 – положительными.

Оценка финансовой состоятельности банковского заемщика является краеугольным камнем оценки его состоятельности в целом, а, значит, во многом определяет принятие решения о выдаче кредитных ресурсов. Большинство методик оценки кредитоспособности заемщика основано в первую очередь на определенном наборе финансовых коэффициентов. Значение того или иного показателя должно определяться спецификой производства. Так, для сельскохозяйственного производства могут быть характерны длительные периоды оборота запасов и готовой продукции, значительная доля краткосрочных заемных средств и т.д. Кроме того, нормативные значения ряда финансовых коэффициентов являются дискуссионными, а сама оценка статичной.

Таким образом, необходимо совершенствовать методику оценки кредитоспособности заемщика с целью выявления факторов, определяющих его финансовое состояние, выявления проблемных участков, прогнозирования финансового состояния заемщика не только для банка, но и самого предприятия.

Библиографический список

1. Коробова Г. Г., Петров М. А. Состоятельность банковского заемщика и ее оценка в условиях конкуренции. Банковские услуги. 2005; №7,8: С.20-24.
2. Погостинская Н.Н., Погостинский Ю.А. Системный анализ финансовой отчетности. СПб: Изд-во Михайлова В.А., 1996. С. 96.
3. Федотова М.А. Построение модели оценки потенциальной кредитоспособности сельскохозяйственных организаций. Финансы и кредит. 2011; №40: С. 67.

4. Цветкова Е.А. Анализ подходов к оценке кредитоспособности организаций. Международный бухгалтерский учет. 2011; №24: С. 45-50.

References

1. Korobova G. G., Petrov M. A. The consistency of the Bank borrower and its estimation in conditions of a competition. Banking services. 2005; 7,8: 20-24.
2. Pogostinskaya N.N., Pogostinsky Y.U. System analysis of the financial statements. SPb: Izd-vo Mikhailov V.A., 1996. With. 96.
3. Fedotov M.A. Building a model of assessing the potential of the creditworthiness of agricultural organizations. The Finance and the credit. 2011; 40: 67.
4. Tsvetkova E.A. Analysis of approaches to the assessment of credit organizations. International accounting. 2011; 24: 45-50.

УДК 517.98

UDC 517.98

П.А. КОСАРЕВ

P.A. KOSAREV

аспирант кафедры геометрии и методики преподавания математики Орловского государственного университета
E-mail: kossarev_petr@mail.ru

postgraduate student of department of geometry and methods of teaching mathematics, Orel state universite
E-mail: kossarev_petr@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ $B-p$ - ПОРЯДКА И $B-p$ - ТИПА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ A

DEFINITION $B-p$ ORDER AND $B-p$ TYPE OF OPERATOR A SEQUENCE

В данной работе вводятся понятия $B-p$ - порядка и $B-p$ - типа последовательности операторов A , приводятся оценки данных характеристик. Предлагаются примеры операторов, имеющих конечные характеристики по данной шкале.

Ключевые слова: локально выпуклое пространство, линейный непрерывный оператор, $B-p$ - порядок и $B-p$ - тип последовательности операторов A .

In this paper we introduce such concepts as $B-p$ order and $B-p$ type of operator A sequence, produce evaluation of given characteristics. We offer examples of operators that have finite characteristics according to given scale.

Keywords: locally convex space (LCS), liner continuous operator, $B-p$ order and $B-p$ type of operator A sequence.

Пусть H, H_1 – локально выпуклые пространства. Обозначим A последовательность линейных непрерывных операторов $A_n : H_1 \rightarrow H, n = 0, 1, 2, \dots$ таких, что

$$\forall n, \forall p, \exists C_p(n), \exists q(p, n) : \|A_n(x)\|_p \leq C_p(n) \|x\|_q; \forall x \in H_1,$$

где p, q индексы мультином, пробегающие соответственно направления P, Q [1]. Последовательность A имеет порядок, если найдется последовательность положительных чисел $\tilde{n}_n$, такая, что будет справедливо неравенство

$$\forall p, \exists C_p, \exists q(p) : \|c_n A_n(x)\|_p \leq C_p \|x\|_q; \forall x \in H_1, \forall n.$$

Среди последовательностей операторов, имеющих порядок, уделим особое внимание тем, для которых можно взять $c_n = e^{an^b}, a \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$. То есть,

будем рассматривать выражения вида

$$\begin{aligned} \|c_n A_n(x)\|_p &\leq C_p \|x\|_q, \\ \|c_n A_n(x)\|_p &\leq e^{an^b} \|x\|_q, \\ \frac{\|c_n A_n(x)\|_p}{\|x\|_q} &\leq e^{an^b}. \end{aligned}$$

Пусть

$$\theta(p, q, n) = \sup_{\|x\|_q \neq 0} \left\{ \frac{\|A_n(x)\|_p}{\|x\|_q} \right\}, n = 0, 1, 2, \dots$$

Получим

$$\begin{aligned} \theta(p, q, n) &\leq e^{an^b} \\ \ln \theta(p, q, n) &\leq \ln e^{an^b} \\ \ln \theta(p, q, n) &\leq an^b. \end{aligned}$$

Рассмотрим два случая:

1. $a > 0$

$$\begin{aligned}\ln \theta(p, q, n) &\leq an^b \\ \ln \ln \theta(p, q, n) &\leq \ln an^b \\ \ln \ln \theta(p, q, n) &\leq \ln a + b \ln n \\ b \ln n &\geq \ln \ln \theta(p, q, n) - \ln a \\ b &\geq \frac{\ln \ln \theta(p, q, n)}{\ln n} - \frac{\ln a}{\ln n} \\ b &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln \ln \theta(p, q, n)}{\ln n}\end{aligned}$$

2. $a < 0$

$$\begin{aligned}\ln \theta(p, q, n) &\leq an^b \\ -\ln \theta(p, q, n) &\geq -an^b \\ \ln(-\ln \theta(p, q, n)) &\geq \ln(-an^b) \\ \ln(-\ln \theta(p, q, n)) &\geq \ln(-a) + b \ln n \\ b \ln n &\leq \ln(-\ln \theta(p, q, n)) - \ln(-a) \\ b &\leq \frac{\ln(-\ln \theta(p, q, n))}{\ln n} - \frac{\ln(-a)}{\ln n} \\ b &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(-\ln \theta(p, q, n))}{\ln n}.\end{aligned}$$

Положим по определению

$$b_{p,q} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln |\ln \theta(p, q, n)|}{\ln n}$$

Определение. Число $b_p(A) = \inf_{q \in Q} b_{p,q}(A)$, $p \in P$ называется B - p -порядком последовательности операторов A , а число $b(A) = \sup_{p \in P} b_p(A)$ – ее B -порядком.

Если последовательность операторов A имеет B - p -порядок $b_p(A) \neq \pm\infty$, то для нее вводится более тонкая характеристика.

Итак,

$$\begin{aligned}\theta(p, q, n) &\leq e^{an^{b_p(A)}} \\ \ln \theta(p, q, n) &\leq \ln e^{an^{b_p(A)}} \\ \ln \theta(p, q, n) &\leq an^{b_p(A)} \\ a &\geq \frac{\ln \theta(p, q, n)}{n^{b_p(A)}}.\end{aligned}$$

Положим по определению

$$\begin{aligned}a_{p,q}(A) &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln \theta(p, q, n)}{n^{b_p(A)}} \\ a_{p,q}(A) &= \lim_{n \rightarrow \infty} (n^{-b_p(A)} \ln \theta(p, q, n)).\end{aligned}$$

Определение. Число $a_p(A) = \inf_{q \in Q} a_{p,q}(A)$, $p \in P$ называется B - p -типом последовательности операторов A , а число

$$a(A) = \begin{cases} \sup_{p \in P} a_p(A), & b_p(A) = b(A), \forall p \in P \\ 0, & b_p(A) < b(A), \forall p \in P \end{cases}$$

ее B -типом при B -порядке $b(A)$. B - p -порядок и B - p -тип последовательности операторов A могут быть любыми.

Из определения B - p -порядка и B - p -типа последовательности операторов следуют оценки

$$\begin{aligned}\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in H_1, \\ \forall n: \|A_n(x)\|_p &< C_p e^{an^{b_p(A)+\varepsilon}} \|x\|_q, \\ \forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall c, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset \\ H_1: \|A_{n_k}(x_k)\|_p &> C_p e^{an^{b_p(A)-\varepsilon}} \|x\|_q, \\ \forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in H_1, \\ \forall n: \|A_n(x)\|_p &< C_p e^{(a_p(A)+\varepsilon)n^{b_p(A)}} \|x\|_q, \\ \forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall c, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset \\ H_1: \|A_{n_k}(x_k)\|_p &> C_p e^{(a_p(A)-\varepsilon)n^{b_p(A)}} \|x\|_q.\end{aligned}$$

Из определения B -порядка и B -типа последовательности операторов следуют оценки

$$\begin{aligned}\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in \\ H_1, \forall n: \|A_n(x)\|_p &< C_p e^{an^{b_p(A)+\varepsilon}} \|x\|_q, \\ \forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall c, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset \\ H_1: \|A_{n_k}(x_k)\|_p &> C_p e^{an^{b_p(A)-\varepsilon}} \|x\|_q, \\ \forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in \\ H_1, \forall n: \|A_n(x)\|_p &< C_p e^{(a_p(A)+\varepsilon)n^{b_p(A)}} \|x\|_q, \\ \forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall c, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset \\ H_1: \|A_{n_k}(x_k)\|_p &> C_p e^{(a_p(A)-\varepsilon)n^{b_p(A)}} \|x\|_q.\end{aligned}$$

Пример 1.

Рассмотрим оператор

$$Ax(t) = e^{-t^2} \cdot x(t-k), k \in R,$$

действующий в L_2 – пространстве функций, интегрируемых на действительной оси с квадратом. Топология этого пространства определяется нормой

$$\|x\| = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} [x(t)]^2 dt}, \quad x(t) \in L_2.$$

Вычислим порядок и тип данного оператора по введенной шкале.

Непосредственно видно, что

$$\begin{aligned}A^n x(t) &= \\ &= \exp\{-t^2 - (t-k)^2 - \dots - (t-k(n-1))^2\} x(t-kn).\end{aligned}$$

Норма оператора A вычисляется, как

$$\|A^n\| = \sup_{x \in L_2} \frac{\|A^n(x)\|}{\|x\|}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Имеем

$$\|A^n\| = \sup_{x \in L_2} \sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} [\exp\{-t^2 - (t-k)^2 - \dots - (t-k(n-1))^2\} \cdot x(t-kn)]^2 dt}{\int_{-\infty}^{+\infty} [x(t)]^2 dt}}.$$

Обозначим

$$\varphi_k(t, n) = \exp\{-t^2 - (t-k)^2 - \dots - (t-k(n-1))^2\}.$$

Таким образом

$$\|A^n\| = \sup_{x \in L_2} \sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} [\varphi_k(t, n) \cdot x(t-kn)]^2 dt}{\int_{-\infty}^{+\infty} [x(t)]^2 dt}}.$$

Рассмотрим в L_2 подмножество ступенчатых функций вида

$$x_{a,\varepsilon}(t) = \begin{cases} 0, & |a-t| > \varepsilon \\ 1, & |a-t| \leq \varepsilon \end{cases}, \quad a \in \mathbb{R}, \varepsilon > 0.$$

Для таких функций вычисляются искомые интегралы

$$\int_{-\infty}^{+\infty} [x(t)]^2 dt = 2\varepsilon$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} [\varphi_k(t, n) \cdot x(t-kn)]^2 dt = 2\varepsilon [\varphi_k(\xi, n)]^2,$$

где $\xi \in [a-kn-\varepsilon, a-kn+\varepsilon]$ (по теореме о среднем значении).

Тогда

$$\sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} [\varphi_k(t, n) \cdot x(t-kn)]^2 dt}{\int_{-\infty}^{+\infty} [x(t)]^2 dt}} = \varphi_k(\xi, n).$$

Преобразуем это выражение

$$\begin{aligned} \varphi_k(\xi, n) &= \exp\{-\xi^2 - (\xi-k)^2 - \dots - (\xi-k(n-1))^2\} = \\ &= \exp\{-\xi^2 - (\xi^2 - 2\xi k + k^2) - \dots - (\xi^2 - 2\xi k(n-1) + (k(n-1))^2)\} = \\ &= \exp\{-n\xi^2 + 2\xi k(1+2+\dots+(n-1)) - k^2(1^2+2^2+\dots+(n-1)^2)\} = \\ &= \exp\left\{-n\xi^2 + 2\xi k \frac{(n-1)n}{2} - k^2 \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}\right\} = \\ &= \exp\left\{-n\xi^2 + \xi k(n-1)n - k^2 \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}\right\}. \end{aligned}$$

Найдем максимум функции $\varphi_k(\xi, n)$. Он достигается при том же значении ξ , что и максимум функции

$$\psi_k(\xi, n) = -n\xi^2 + \xi k(n-1)n - k^2 \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}.$$

Исследуем функцию $\psi_k(\xi, n)$ на максимум, как функцию переменной ξ

$$(\psi_k(\xi, n))'_\xi = \left(-n\xi^2 + \xi k(n-1)n - k^2 \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}\right)'_\xi,$$

$$(\psi_k(\xi, n))'_\xi = -2n\xi + k(n-1)n$$

$$(\psi_k(\xi, n))'_\xi = 0 \Leftrightarrow -2n\xi + k(n-1)n = 0$$

$$2n\xi = k(n-1)n$$

$$\xi = \frac{k(n-1)}{2}$$

Итак,

$$\xi_e = \frac{k(n-1)}{2}.$$

Значит, максимум функции $\varphi_k(\xi, n)$ равен

$$\begin{aligned} \varphi_k(\xi_e, n) &= \exp\left\{-n\xi_e^2 + \xi_e k(n-1)n - k^2 \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}\right\} = \\ &= \exp\left\{-n\left(\frac{k(n-1)}{2}\right)^2 + \frac{k(n-1)}{2} k(n-1)n - k^2 \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}\right\} = \\ &= \exp\left\{k^2 \left(-\frac{n(n-1)^2}{4} + \frac{n(n-1)^2}{2} - \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}\right)\right\} = \\ &= \exp\left\{k^2 \left(\frac{n(n-1)^2}{4} - \frac{(n-1)n(2n-1)}{6}\right)\right\} = \\ &= \exp\left\{k^2 n(n-1) \frac{6(n-1) - 4(2n-1)}{24}\right\} = \\ &= \exp\left\{k^2 n(n-1) \frac{6n-6-8n+4}{24}\right\} = \\ &= \exp\left\{k^2 n(n-1) \frac{-2n-2}{24}\right\} = \\ &= \exp\left\{-\frac{k^2 n(n-1)(n+1)}{12}\right\} \end{aligned}$$

В результате максимум функции равен

$$\varphi_k(\xi_e, n) = \exp\left\{-\frac{k^2 n(n-1)(n+1)}{12}\right\}.$$

Таким образом, для функции $x_{a,\varepsilon}(t)$ величина $\frac{\|A_n(x)\|}{\|x\|}$

не может превосходить этого значения. Но так как каждая функция из L_2 может быть аппроксимирована некоторой последовательностью линейных комбинаций функции $x_{a,\varepsilon}(t)$ (а именно интегральными суммами ее квадрата), то это утверждение справедливо и для всех функций из L_2 . Отсюда следует, что

$$\|A^n\| = \sup_{x \in L_2} \frac{\|A^n(x)\|}{\|x\|} \leq \exp\left\{-\frac{k^2(n-1)n(n+1)}{12}\right\}.$$

Покажем, что в действительности здесь имеет место равенство. Зафиксируем числовую последова-

тельность ε_m , $\lim_{m \rightarrow \infty} \varepsilon_m = 0$ и рассмотрим последова-

тельность функций $x_{\xi'_m + n, \varepsilon_m}(t)$.

Тогда

$$\frac{\|A^n(x_{\xi'_m + n, \varepsilon_m})\|}{\|x_{\xi'_m + n, \varepsilon_m}\|} = \varphi_k(\xi'_m, n), \varepsilon_m \in [\xi'_e - \varepsilon_m, \xi'_e + \varepsilon_m]$$

По теореме о вложенных отрезках

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \varphi_k(\xi'_m, n) = \varphi_k(\xi'_e, n) = \exp\left\{-\frac{k^2(n-1)n(n+1)}{12}\right\}.$$

Таким образом,

$$\sup_m \frac{\|A^n(x_{\xi'_e + n, \varepsilon_m})\|}{\|x_{\xi'_e + n, \varepsilon_m}\|} = \exp\left\{-\frac{k^2(n-1)n(n+1)}{12}\right\}.$$

Значит,

$$\|A^n(x)\| = e^{-k^2\left(\frac{n^3}{12} - \frac{n}{12}\right)} \|x\|$$

$$\|A^n(x)\| = e^{\left(-\frac{k^2}{12} + \varepsilon\right)n^3} \|x\|.$$

Следовательно, порядок и тип роста оператора $Af(t) = e^{-t^2} \cdot x(t-k)$, $k \in \mathbb{R}$ по введенной шкале соответственно равны $b=3, a=-\frac{k^2}{12}$.

Пример 2.

Рассмотрим оператор сдвига $AF(z) = F(z+1)$, тогда $A^n F(z) = F(z+n)$.

Рассмотрим весовое пространство $[\rho, \sigma]$ целых функций, порядка не превосходящего, то есть эталонном будет служить функция $F(z) = e^{\sigma z^\rho}$, с топологией ρ , а при порядке ρ типа, не превосходящего σ , с топологией

$$\|A(F)\|_p = \sup_{r>0} \left\{ \max_{|z| \leq r} |F(z)| e^{-(\sigma+p)r^\rho} \right\}$$

Имеем

$$\begin{aligned} \|A^n(F)\|_p &= \sup_{r>0} \left\{ \max_{|z| \leq r} |F(z+n)| e^{-(\sigma+p)r^\rho} \right\} \leq \\ &\leq \sup_{r>0} \left\{ F(r+n) e^{-(\sigma+p)r^\rho} \right\} = \sup_{r>0} \left\{ c e^{(\sigma+\delta)(r+n)^\rho} e^{(\sigma+p)r^\rho} \right\} = \\ &= \sup_{r>0} \left\{ c e^{(\sigma+\delta)(r+n)^\rho - (\sigma+p)r^\rho} \right\} = \\ &= \sup_{r>0} \left\{ c \exp \left\{ (\sigma+\delta)n^\rho \left(\frac{r}{n} + 1 \right)^\rho - (\sigma+p)r^\rho \right\} \right\} \leq c_1 e^{(\sigma+\delta_1)n^\rho} \end{aligned}$$

Итак,

$$\|A^n(F)\|_p \leq c_1 e^{(\sigma+\delta_1)n^\rho}.$$

Пусть

$$\begin{aligned} \|A^n(e^{\sigma n_k^\rho})\|_p &= \sup_{r>0} \left\{ \max_{|z| \leq r} |e^{\sigma(z+n_k)^\rho}| e^{-(\sigma+p)r^\rho} \right\} = \\ &= \sup_{r>0} \left\{ \exp \left\{ \sigma(r+n_k)^\rho - (\sigma+p)r^\rho \right\} \right\} \geq \\ &\geq \sup_{r>0} \left\{ \exp \left\{ \sigma n_k^\rho - (\sigma+p)r^\rho \right\} \right\} \geq e^{(\sigma-\delta)n_k^\rho}. \end{aligned}$$

В результате

$$\|A^n(e^{\sigma n_k^\rho})\|_p \geq e^{(\sigma-\delta)n_k^\rho}.$$

Значит,

$$\|A^n(F)\|_p = c_1 e^{\sigma n^\rho}.$$

Следовательно порядок и тип оператора сдвига соответственно равны ρ и σ .

Библиографический список

1. Леонтьев А.Ф. Целые функции. Ряды экспонент. М., 1983.
2. Громов В.П., Мишин С.Н., Панюшкин С.В. Операторы конечного порядка и дифференциально-операторные уравнения. Монография. – Орел: ГОУ ВПО «ОГУ», 2009. 430 с.

References

1. Leont'ev A.F. Entire functions. Sequences of exponent. M., 1983.
2. Gromov V.P., Mishin S.N., Puniushkin S.V. Operators of finite order and differential operational equations. Monograph. – Orel: SEI HVE "OSU", 2009. 430 p.

УДК 517.98

UDK 517.98

С.Н. МИШИН

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры геометрии и методики преподавания ма-
тематики Орловского государственного универси-
тета
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

S.N. MISHIN

candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor of Geometry and Methods of Teaching
Mathematics Department, Orel State University
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

СВЯЗЬ ПОРЯДКА И ТИПА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ С БОЧЕЧНОСТЬЮ ПРОСТРАНСТВА

THE CONNECTION OF ORDER AND TYPE OF SEQUENCE OF OPERATORS WITH BARRELEDNESS OF SPACE

*В работе доказана теорема о связи характеристик последовательности операторов и операторных ха-
рактеристик вектора относительно этой последовательности в бочечном пространстве.*

Ключевые слова: локально выпуклое пространство, порядок и тип оператора, операторный порядок и операторный тип вектора.

In this paper the theorem about the connection of characteristics of sequence of operators with operator characteristics of vector relative to this sequence in barreled space is proved.

Keywords: locally convex space, order and type of operator, operator order and operator type of vector.

Пусть $\mathbf{H}_1$ и $\mathbf{H}$ – отделимые локально выпуклые пространства над полем комплексных чисел, топологии которых задаются мультинормами $\{\|\cdot\|_p\}$ и $\{\|\cdot\|'_q\}$, где индексы p и q пробегает соответственно направления P и Q . При этом, не ограничивая общности, можно считать рассматриваемые мультинормы монотонными функциями своих индексов [9]. Обозначим A последовательность линейных непрерывных операторов $A_n: \mathbf{H}_1 \rightarrow \mathbf{H}$, $n = 0, 1, 2, \dots$

$$\forall n, \forall p, \exists C_p(n), \exists q(p, n): \|A_n(x)\|_p \leq C_p \|x\|'_q; \forall x \in \mathbf{H}_1.$$

Если последовательность A имеет p -порядки $\beta_p(A)$, порядок $\beta(A)$, p -типы $\alpha_p(A)$, тип $\alpha(A)$, то справедливы оценки [9]:

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in \mathbf{H}_1, \forall n: \|A_n(x)\|_p \leq C_p n^{(\beta_p(A) + \varepsilon)n} \|x\|'_q, \quad (1)$$

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall C, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset \mathbf{H}_1: \|A_{n_k}(x_k)\|_p \leq C_p n_k^{(\beta_p(A) - \varepsilon)n_k} \|x_k\|'_q, \quad (2)$$

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in \mathbf{H}_1, \forall n: \|A_n(x)\|_p \leq C_p (\alpha(A) + \varepsilon)^n n^{\beta(A)n} \|x\|'_q, \quad (3)$$

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall C, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset \mathbf{H}_1: \|A_{n_k}(x_k)\|_p \leq C_p (\alpha(A) + \varepsilon)^{n_k} n_k^{(\beta(A) - \varepsilon)n_k} \|x_k\|'_q \quad (4)$$

Пусть A – некоторая последовательность операторов (вообще говоря, нелинейных и неограниченных) и пусть $x \in \mathbf{H}_1$ – фиксированный вектор, имеющий операторные характеристики $\beta_p(x, A)$,

$\beta(x, A)$, $\alpha_p(x, A)$, $\alpha(x, A)$ относительно последовательности A .

Автором в работе [9] доказаны теоремы, описывающие связь между характеристиками последовательности операторов и операторными характеристиками векторов относительно этой последовательности.

Теорема 1. Пусть последовательность операторов A имеет p -порядки $\beta_p(A)$, а каждый вектор $x \in \mathbf{H}_1$ имеет операторные p -порядки $\beta_p(x, A)$ относительно этой последовательности. Справедливо неравенство

$$\sup_{x \in \mathbf{H}_1} \{\beta_p(x, A)\} \leq \beta_p(A), \forall p. \quad (5)$$

Равенство возможно тогда и только тогда, когда при каждом фиксированном ε существует стационарная последовательность $\{x_k(\varepsilon) \equiv x_\varepsilon\}$ (своя для каждого p), такая, что выполняется неравенство (2).

Теорема 2. Пусть последовательность операторов A имеет p -порядки $\beta_p(A)$ и p -типы $\alpha_p(x, A)$, а каждый вектор $x \in \mathbf{H}_1$ имеет операторные p -порядки $\beta_p(x, A)$ и p -типы $\alpha_p(x, A)$ относительно этой последовательности. Пусть

$$\mathbf{H}_p = \{x \in \mathbf{H}_1 : \beta_p(x, A) = \beta_p(A)\}.$$

Если $\mathbf{H}_p \neq \emptyset$, то справедливо неравенство

$$\sup_{x \in \mathbf{H}_p} \{\alpha_p(x, A)\} \leq \alpha_p(A). \quad (6)$$

Равенство возможно тогда и только тогда, когда при каждом фиксированном ε существует стационарная последовательность $\{x_k(\varepsilon) \equiv x_\varepsilon\}$ (своя для каждого p), такая, что выполняется неравенство (4).

Из (5) и (6) следует, что для всякой последовательности линейных непрерывных операторов A , действующих из H_1 в H , справедливы оценки:

$$\beta(A) \geq \sup_{x \in H_1} \{\beta(x, A)\}, \alpha(A) \geq \begin{cases} 0 & , H'_1 = \emptyset \\ \sup_{x \in H'_1} \{\alpha(x, A)\} & , H'_1 \neq \emptyset \end{cases} \quad (7)$$

где

$$H'_1 = \{x \in H_1 : \beta(x, A) = \beta(A)\}.$$

При этом для конкретных последовательностей операторов, действующих в конкретных локально выпуклых пространствах, в (7) может иметь место строгое неравенство. Данная работа посвящена описанию локально выпуклых пространств, для которых в (7) для всякой последовательности линейных непрерывных операторов A , действующих из H_1 в H , имеет место строгое равенство.

Определение. Локально выпуклое пространство H , в котором каждое абсолютно выпуклое замкнутое поглощающее множество является окрестностью нуля, называется бочечным.

Теорема 3. Пусть H_1 – бочечное пространство. Тогда для всякой последовательности линейных непрерывных операторов A , действующих из H_1 в H справедливы равенства:

$$\beta(A) = \sup_{x \in H_1} \{\beta(x, A)\}, \alpha(A) = \begin{cases} 0 & , H'_1 = \emptyset \\ \sup_{x \in H'_1} \{\alpha(x, A)\} & , H'_1 \neq \emptyset \end{cases} \quad (8)$$

где

$$H'_1 = \{x \in H_1 : \beta(x, A) = \beta(A)\}.$$

Доказательство.

□ Обозначим

Из теоремы 1 следует $\tilde{\beta}(A) \leq \beta(A)$. По опреде-

$$\tilde{\beta}(A) = \sup_{x \in H_1} \{\beta(x, A)\}, \tilde{\alpha}(A) = \begin{cases} 0 & , H'_1 = \emptyset \\ \sup_{x \in H'_1} \{\alpha(x, A)\} & , H'_1 \neq \emptyset \end{cases}$$

лению порядка и типа вектора относительно последовательности операторов имеем (9)

Из оценки (9) следует, что при любом фиксированном $\varepsilon > 0$ семейство операторов

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in H_1, \\ \forall n : \|A_n(x)\|_p \leq C_p(\tilde{\alpha}_p(A) + \varepsilon)^n n^{\tilde{\beta}_p(A)^n} \|x\|_q' \quad (9)$$

$$\left\{ \frac{A_n}{(\tilde{\alpha}_p(A) + \varepsilon)^n n^{\tilde{\beta}_p(A)^n}} \right\}$$

точно ограничено. В силу бочечности H_1 оно равномерно непрерывно [4], то есть

$$\forall p \in P, \exists C_p, \exists q \in Q, \forall x \in H_1, \\ \forall n : \left\| \frac{A_n}{(\tilde{\alpha}_p(A) + \varepsilon)^n n^{\tilde{\beta}_p(A)^n}} \right\|_p \leq C_p \|x\|_q' \quad (10)$$

Таким образом

$$\forall p \in P, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q \in Q, \forall x \in H_1, \\ \forall n : \|A_n(x)\|_p \leq C_p(\tilde{\alpha}_p(A) + \varepsilon)^n n^{\tilde{\beta}_p(A)^n} \|x\|_q' \quad (11)$$

Из неравенства (11) следует $\beta(A) \leq \tilde{\beta}(A)$. Таким образом $\beta(A) = \tilde{\beta}(A)$. Далее, из неравенства (11) следует $\alpha(A) \leq \tilde{\alpha}(A)$. Если множество H'_1 не пусто, то в силу теоремы 2, $\tilde{\alpha}(A) \leq \alpha(A)$ и следовательно $\alpha(A) = \tilde{\alpha}(A)$. В противном случае, $\tilde{\alpha}(A) = 0$ и тогда $\alpha(A) = 0 = \tilde{\alpha}(A)$. Справедливость формул (8) установлена. ■

Теоремы 1, 2 и 3 позволяют находить порядки и типы последовательности операторов через операторные порядки и типы векторов, однако они представляют и самостоятельный интерес (осуществляют связь операторных порядков и типов вектора и порядков и типов последовательности операторов).

Библиографический список

1. Бурбаки Н. Топологические векторные пространства. М.: ИЛ, 1959.
2. Громов В.П. Порядок и тип линейного оператора и разложение в ряд по собственным функциям. // ДАН СССР. 1986. т.228. № 1. С. 27-31.
3. Громов В.П. Порядок и тип оператора и целые векторнозначные функции. // Ученые записки ОГУ (лаб. ТФФА). 1999. С. 6-23.
4. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ в нормированных пространствах. М.: Физматгиз, 1959.
5. Князев П.Н. Функциональный анализ. Мн.: Выш. шк., 1985.
6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1989.
7. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа. М.: Высш. шк., 1982.
8. Мишин С.Н. О порядке и типе оператора. ДАН. 2001. т. 381. № 3. С. 309-312.
9. Мишин С.Н. Порядок и тип оператора и последовательности операторов, действующих в локально выпу-

кных пространствах. Ученые записки ОГУ (лаб. ТФФА). 2001, С. 28-75.

10. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. Т. 1. Функциональный анализ. М.: Мир, 1977.
11. Робертсон А., Робертсон В. Топологические векторные пространства. М.: Мир, 1967.
12. Рудин У. Функциональный анализ. М. 1975.
13. Садовничий В.А. Теория операторов. М.: Наука, 1999.
14. Хилле Э., Филлипс Р. Функциональный анализ и полугруппы. М.: ИЛ, 1962.
15. Шефер Х. Топологические векторные пространства. М.: Мир, 1971.

References

1. Bourbaki N. Topological vector spaces. Moscow: Foreign Literature. 1959.
 2. Gromov V.P. Order and type of linear operator and series expansion on eigenfunctions. // Proceedings of the USSR Academy of Science. 1986. vol. 228 (1). P. 27-31.
 3. Gromov V.P. Order and type of operator and entire vector-valued functions. // Memoirs of Orel State University (laboratory of functional analysis and theory of functions). 1999. P. 6-23.
 4. Kantorovich L.V., Akilov G.P. Functional analysis in normed spaces. Moscow: State Publishing House of Physical and Mathematical Literature. 1959.
 5. Knyazev P.N. Functional analysis. Moscow: High school. 1985.
 6. Kolmogorov A.N., Fomin S.V. Elements of theory of functions and functional analysis. Moscow: Science. 1989.
 7. Lyusternik L.A., Sobolev V.I. A short course of functional analysis. Moscow: High school. 1982.
 8. Mishin S.N. About order and type of operator. // Proceedings of the Russian Academy of Science. 2001. vol. 381 (3). P. 309-312.
 9. Mishin S.N. Order and type of operator and sequence of operators acting in locally convex spaces. // Memoirs of Orel State University (laboratory of functional analysis and theory of functions). 2001. P. 28-75.
 10. Reed M., Simon B. Methods of modern mathematical physics. V.I. Functional analysis. Moscow: Mir. 1967.
 11. Robertson A, Robertson V. Topological vector spaces. Moscow: Mir, 1967.
 12. Rudin W. Functional analysis. Moscow. 1975.
 13. Sadovnichiy V.A. Theory of operators. Moscow: Science. 1999.
 14. Hille E., Phillips R. Functional analysis and semi-groups. Moscow: Foreign Literature. 1962.
 15. Shefer H. Topological vector spaces. Moscow: Mir. 1971.
-
-

УДК 517.98 + 517.51 + 517.53

UDC 517.98 + 517.51 + 517.53

С.Н. МИШИН

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры геометрии и методики преподавания ма-
тематики Орловского государственного универси-
тета
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

S.N. MISHIN

candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor of Geometry and Methods of Teaching
Mathematics Department, Orel State University
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

СВЯЗЬ ОПЕРАТОРНОГО ПОРЯДКА И ТИПА ФУНКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ОПЕРАТОРА ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ С ЕЕ АНАЛИТИЧНОСТЬЮ

THE CONNECTION OF OPERATOR ORDER AND TYPE OF FUNCTION RELATIVE TO OPERATOR OF DIFFERENTIATION WITH ITS ANALYTICITY

В статье установлена связь между операторными характеристиками относительно оператора дифференцирования (операторным порядком и операторным типом) бесконечно дифференцируемой функции и возможностью ее аналитического продолжения в полосу или всю комплексную плоскость. Также установлена связь между операторными характеристиками функции, аналитической в некоторой области комплексной плоскости, и возможностью ее аналитического продолжения в большую область или всю комплексную плоскость.

Ключевые слова: локально выпуклое пространство, порядок и тип оператора, операторный порядок и операторный тип вектора.

In this paper the connection between operator characteristics relative to operator of differentiation (operator order and operator type) of infinitely differentiable function and possibility of its analytical extension to a band or whole complex plane is established. The connection between operator characteristics of function analytical in any area of complex plane and possibility of its analytical extension to a larger area or whole complex plane is established as well.

Keywords: locally convex space, order and type of operator, operator order and operator type of vector.

1. Пусть $\mathbf{H}(G)$ – пространство всех функций, аналитических в выпуклой односвязной области $G \subset \mathbb{C}$, $G \neq \mathbb{C}$ (вообще говоря, неограниченной) с топологией равномерной сходимости на компактах:

$$\|F\|_p = \max_{z \in \bar{G}_p} |F(z)|; G_1 \subset G_2 \subset \dots, \bigcup_{p=1} G_p = G.$$

Расширением области G на d (или d -окрестностью области G) называется область $D = G \cup K_d$, где K_d – объединение кругов радиуса d с центрами на ∂G . Сужением области G на d называется область $D = G \setminus \bar{K}_d$. Сужение области G на d может оказаться пустым. Верхнюю грань чисел d , таких что сужение области G на d непусто, будем называть верхней границей сужаемости области G и обозначать d_0 .

Пусть функция $F \in \mathbf{H}(G)$ имеет относительно оператора дифференцирования $\frac{d}{dz}$ операторные p -порядки $\beta_p(F, \frac{d}{dz})$, p -типы $\alpha_p(F, \frac{d}{dz})$, порядок $\beta(F, \frac{d}{dz})$ и тип $\alpha(F, \frac{d}{dz})$. Справедлива

Теорема 1. Для всякой функции $F \in \mathbf{H}(G)$ $\beta_p(F, \frac{d}{dz}) \leq 1$, а если $\beta_p(F, \frac{d}{dz}) = 1$, то $\alpha_p(F, \frac{d}{dz}) \leq \frac{1}{ed_p}$, $\alpha(F, \frac{d}{dz}) \leq \frac{1}{ed}$. Здесь d_p и d – расстояние соответственно от $\bar{G}_p$ и G до ближайшей особой точки функции F .

Доказательство.

□ Пусть O – ближайшая к области G особая точка функции F . Обозначим d_p и d соответственно расстояние от точки O до $\bar{G}_p$ и G . Пусть D – d -расширение области G и пусть γ – произвольный замкнутый контур внутри D , а Γ – часть плоскости, ограниченная контуром γ . Из интегральной формулы Коши следует (F аналитическая в D):

$$\|F^{(n)}(z)\|_p = \max_{z \in \bar{G}_p} \left| \frac{n!}{2\pi i} \int_{\gamma} \frac{F(t)dt}{(t-z)^{n+1}} \right| \leq$$

$$\leq K \frac{n!}{\xi_p^{n+1}} \max_{z \in \Gamma} |F(z)| \leq C(F) \left(\frac{n}{e(\xi_p - \varepsilon)} \right)^n,$$

где ξ_p – расстояние от $\bar{G}_p$ до γ . Поскольку γ можно брать сколь угодно близким к границе области D , полученное неравенство можно переписать в виде

$$\|F^{(n)}(z)\|_p \leq C(F) \left(\frac{(1+\varepsilon)n}{ed_p} \right)^n; \forall n, \forall \varepsilon > 0,$$

откуда и следует справедливость теоремы. ■

Теорема 2. Пусть F – аналитическая в области G функция, имеет операторный порядок $\beta(F, \frac{d}{dz}) = 1$ и операторный тип $\alpha(F, \frac{d}{dz}) < \infty$. Тогда существует

аналитическое продолжение функции F в область D , которая является расширением области G на $d = \frac{1}{e\alpha(F, \frac{d}{dz})}$. Если $\beta(F, \frac{d}{dz}) < 1$, то функция F аналитически продолжается на всю комплексную плоскость.

Доказательство.

□ Возьмем произвольное $z_0 \in G$. В окрестности точки z_0 функция F разлагается в ряд Тейлора

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{F^{(n)}(z_0)}{n!} (z - z_0)^n. \quad (1)$$

Пусть $\bar{G}_p$ – некоторый компакт, содержащий точку z_0

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall n: |F^{(n)}(z_0)| \leq \max_{z \in \bar{G}_p} |F^{(n)}(z)| =$$

$$= \|F^{(n)}\|_p < C_p(F) \left(\alpha \left(F, \frac{d}{dz} \right) + \varepsilon \right)^n n^n. \quad (2)$$

Из (2) следует, что ряд (1) сходится в круге

$$\left| \sum_{n=0}^{\infty} \frac{F^{(n)}(z_0)}{n!} (z - z_0)^n \right| \leq C_p(F) \left(\alpha \left(F, \frac{d}{dz} \right) + \varepsilon \right)^n |z - z_0|^n; \forall n, \forall \varepsilon > 0.$$

$$\left\{ |z - z_0| < \frac{1}{e\alpha(F, \frac{d}{dz})} = d \right\}.$$

Таким образом мы получаем аналитическое продолжение функции F в область $G \cup \{z: |z - z_0| < d\}$. В силу произвольности z_0 , F аналитически продолжается в область D . Случай $\beta(F, \frac{d}{dz}) < 1$ доказывается аналогично. ■

Следствие. Аналитическая в области G функция F имеет на границе этой области хотя бы одну особую точку тогда и только тогда, когда

$$\beta \left(F, \frac{d}{dz} \right) = 1, \alpha \left(F, \frac{d}{dz} \right) = \infty. \quad (3)$$

2. Пусть C_{∞}^{∞} – пространство всех функций, бесконечно дифференцируемых на вещественной оси, топология которого задается мультинормой

$$\|F(x)\|_p = \max_{\substack{|x| \leq p \\ k \leq p}} |F^{(k)}(x)|, p = 0, 1, \dots \quad (4)$$

Пусть функция $F \in C_{\infty}^{\infty}$ имеет операторный порядок $\beta(F, \frac{d}{dx})$ и операторный тип $\alpha(F, \frac{d}{dx})$ относительно оператора дифференцирования.

Теорема 3. Для того чтобы функция $F(x) \in C_{\infty}^{\infty}$ допускала аналитическое продолжение $F(z)$ во всю комплексную плоскость, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось одно из условий: либо $\beta(F, \frac{d}{dx}) < 1$, либо $\beta(F, \frac{d}{dx}) = 1, \alpha(F, \frac{d}{dx}) = 0$.

Доказательство.

□ *Необходимость.* Пусть $F(z)$ – аналитическое продолжение функции $F(x)$ в комплексную плоскость $\mathbb{C}$. Зададим в $\mathbf{H}(\mathbb{C})$ топологию равномерной сходимости на компактах

$$\|F\|'_{p,q} = \max_{z \in G_{p,q}} |F(z)|; G_{p,q} =$$

$$= \{z \in \mathbb{C}: |\operatorname{Re} z| \leq p, |\operatorname{Im} z| \leq q\}, \forall p, q.$$

Операторные (p, q) -порядки функции $F(z)$ относительно оператора дифференцирования $\beta'_{(p,q)}(F, \frac{d}{dz})$ либо меньше 1, либо $\beta'_{(p,q)}(F, \frac{d}{dz}) = 1$, но тогда операторные (p, q) -типы $\alpha'_{(p,q)}(F, \frac{d}{dz}) = 0$ [4].

Т.к. $\|F\|_p = \|F^{(k)}\|'_{p,0}, k \leq p$, то

$$\beta_p \left(F, \frac{d}{dx} \right) = \beta'_{(p,0)} \left(F^{(k)}, \frac{d}{dz} \right) = \beta'_{(p,0)} \left(F, \frac{d}{dz} \right) \leq 1, \forall p.$$

При $\beta_p(F, \frac{d}{dx}) = 1$

$$\alpha_p \left(F, \frac{d}{dx} \right) = \alpha'_{(p,0)} \left(F^{(k)}, \frac{d}{dz} \right) = \alpha'_{(p,0)} \left(F, \frac{d}{dz} \right) = 0, \forall p.$$

Таким образом, либо $\beta(F, \frac{d}{dx}) < 1$, либо $\beta(F, \frac{d}{dx}) = 1, \alpha(F, \frac{d}{dx}) = 0$.

Достаточность. Пусть либо $\beta(F, \frac{d}{dx}) < 1$, либо $\beta(F, \frac{d}{dx}) = 1, \alpha(F, \frac{d}{dx}) = 0$. Тогда справедлива оценка

$$\|F^{(n)}(x)\|_0 \leq \varepsilon^n n^n; \forall \varepsilon > 0, \forall p, \forall n > n_0(\varepsilon, p).$$

Докажем, что $F(x)$ допускает аналитическое продолжение на всю комплексную плоскость.

Зафиксируем произвольное $z \in \mathbb{C}$. Возьмем произвольное $0 < \varepsilon < \frac{1}{e|z|}$.

Имеем (для достаточно больших n)

$$|F^{(n)}(0)| = \|F^{(n)}(x)\|_0 \leq \varepsilon^n n^n \Rightarrow \left| \frac{F^{(n)}(0)}{n!} z^n \right| \leq \frac{(\varepsilon n |z|)^n}{n!}.$$

Таким образом, ряд $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{F^{(n)}(0)}{n!} z^n$ сходится $\forall z \in \mathbb{C}$ к целой функции $F(z)$. ■

Теорема 4. Для того чтобы функция $F(x) \in C_{\infty}^{\infty}$ допускала аналитическое продолжение $F(z)$ в полосу $|\operatorname{Im} z| < d$ и имела на границе этой полосы по крайней мере одну особую точку, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись равенства

$$\beta \left(F, \frac{d}{dx} \right) = 1, \alpha \left(F, \frac{d}{dx} \right) = 0.$$

Доказательство.

□ *Необходимость.* Пусть $F(z)$ – аналитическое продолжение функции $F(x)$ в полосу $G = \{|\operatorname{Im} z| < d\}$ и пусть хотя бы на одной из прямых $\operatorname{Im} z = \pm d$ у нее есть особая точка z_0 . Зададим в $\mathbf{H}(G)$ топологию мультинормой

$$\|F\|'_{p,q} = \max_{z \in G_{p,q}} |F(z)|; G_{p,q} =$$

$$= \{z \in \mathbb{C}: |\operatorname{Re} z| \leq p, |\operatorname{Im} z| \leq q\}, \forall p \geq |\operatorname{Re} z_0|, \forall q < d.$$

Из теорем 1 и 2 следует, что операторные (p, q) -порядки и (p, q) -типы функции F относительно оператора дифференцирования равны

$$\beta'_{(p,q)}\left(F, \frac{d}{dz}\right) = 1, \alpha'_{(p,q)}\left(F, \frac{d}{dz}\right) = \frac{1}{e(d-q)}.$$

Т.к. $\|F\|_p = \|F^{(k)}\|'_{p,0}, k \leq p$, то

$$\beta_p\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \beta'_{(p,0)}\left(F^{(k)}, \frac{d}{dz}\right) = \beta'_{(p,0)}\left(F, \frac{d}{dz}\right) = 1, \forall p.$$

При $\beta_p\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1$

$$\alpha_p\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \alpha'_{(p,0)}\left(F^{(k)}, \frac{d}{dz}\right) = \alpha'_{(p,0)}\left(F, \frac{d}{dz}\right) = \frac{1}{ed}, \forall p.$$

Таким образом $\beta\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1, \alpha\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 0$.

Достаточность.

Пусть $\beta\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1, \alpha\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \frac{1}{ed}$. Тогда функция $F(x)$ не допускает аналитическое продолжение в полосу $|\operatorname{Im} z| < d'$, $d' > d$. В противном случае, по доказанному выше, $\alpha\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \frac{1}{ed'} < \frac{1}{ed}$. Противоречие.

Докажем, что $F(x)$ допускает аналитическое продолжение в полосу $|\operatorname{Im} z| < d$. Зафиксируем произвольное $x \in \mathbf{R}$ и произвольное z такое, что $|z-x|=d_1 < d$.

Зафиксируем некоторое $p > |x|$ и возьмем произвольное $0 < \varepsilon < 1 - \frac{d_1}{d}$. По определению операторного порядка и типа вектора справедлива оценка

$$|F^{(n)}(x)| \leq \|F^{(n)}(x)\|_p \leq \left(\frac{1}{ed} + \varepsilon\right)^n n^n \frac{d_1^n}{n!} \leq \left(\frac{d_1}{d} + \varepsilon\right)^n. \quad (5)$$

Из (5) следует

$$\left|\frac{F^{(n)}(x)}{n!}(z-x)^n\right| \leq \left(\frac{1}{ed} + \varepsilon\right)^n n^n \frac{d_1^n}{n!} \leq \left(\frac{d_1}{d} + \varepsilon\right)^n.$$

Таким образом, ряд $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{F^{(n)}(x)}{n!}(z-x)^n$ сходится в круге $|z-x|=d_1 < d$ к функции $F(z)$. В силу произвольности x , функция $F(z)$ – аналитическая в полосе $|\operatorname{Im} z| < d$. ■

3. Пусть $\tilde{\mathbf{C}}_{\infty}^{\infty}$ – пространство всех бесконечно дифференцируемых на вещественной оси функций, ограниченных со всеми производными. В этом пространстве зададим топологию мультиномормой

$$\|F(x)\|_p = \max_{|x| \in \mathbf{R}} |F^{(k)}(x)|.$$

Пусть $\frac{d}{dx} : \tilde{\mathbf{C}}_{\infty}^{\infty} \rightarrow \tilde{\mathbf{C}}_{\infty}^{\infty}$ – оператор дифференцирования.

Теорема 5. Для того чтобы функция $F(x) \in \tilde{\mathbf{C}}_{\infty}^{\infty}$ допускала аналитическое продолжение $F(z)$ во всю комплексную плоскость, ограниченное в полосах

$|\operatorname{Im} z| < d_1, d_1 \in \mathbf{R}_+$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось одно из условий: либо $\tilde{\beta}\left(F, \frac{d}{dx}\right) < 1$, либо $\tilde{\beta}\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1, \tilde{\alpha}\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 0$, где $\tilde{\beta}\left(F, \frac{d}{dx}\right)$ и $\tilde{\alpha}\left(F, \frac{d}{dx}\right)$ – соответственно операторный порядок и тип функции $F(x) \in \mathbf{C}_{\infty}^{\infty}$ относительно оператора дифференцирования.

Доказательство.

□ Необходимость и достаточность существования аналитического продолжения доказывается аналогично теореме 3. Докажем, что функция $F(z)$ ограничена в каждой полосе $|\operatorname{Im} z| < d_1$.

Зафиксируем в полосе $|\operatorname{Im} z| < d_1$ произвольное $z = x + iy, x, y \in \mathbf{R}$ и возьмем произвольное $0 < \varepsilon < \frac{1}{ed_1}$. Имеем

$$|F(z)| = \left| \sum_{n=0}^{\infty} \frac{F^{(n)}(x)}{n!} (iy)^n \right| \leq \sum_{n=0}^{\infty} \frac{|F^{(n)}(x)|}{n!} |y|^n \leq \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\|F^{(n)}(x)\|_0}{n!} |y|^n \leq C \sum_{n=0}^{\infty} (\varepsilon n)^n \frac{d_1^n}{n!} \leq C \sum_{n=0}^{\infty} (ed_1 \varepsilon)^n. \quad (6)$$

В силу сходимости полученного ряда, функция $F(z)$ ограничена в полосе $|\operatorname{Im} z| < d_1$. ■

Теорема 6. Для того, чтобы функция $F(x) \in \tilde{\mathbf{C}}_{\infty}^{\infty}$ допускала аналитическое продолжение $F(z)$ в полосу $|\operatorname{Im} z| < d$, ограниченное в полосах $|\operatorname{Im} z| < d_1, d_1 < d$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись равенства $\tilde{\beta}\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1, \tilde{\alpha}\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \frac{1}{ed}$.

Доказательство теоремы проводится аналогично доказательству теорем 4 и 5.

Замечание 1. Так как топологии пространств $\mathbf{C}_{\infty}^{\infty}$ и $\tilde{\mathbf{C}}_{\infty}^{\infty}$ не совпадают, то операторные порядки $\beta\left(F, \frac{d}{dx}\right)$ и $\tilde{\beta}\left(F, \frac{d}{dx}\right)$ операторные типы $\alpha\left(F, \frac{d}{dx}\right)$ и $\tilde{\alpha}\left(F, \frac{d}{dx}\right)$, вообще говоря, не совпадают. Поэтому утверждения теорем 3, 4 (о существовании аналитического продолжения) и теорем 5, 6 (о существовании ограниченного аналитического продолжения) различны.

Замечание 2. Из теорем 3 и 4 следует, что если выполняется одно из двух утверждений: либо $\beta\left(F, \frac{d}{dx}\right) > 1$, либо $\beta\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1, \alpha\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \infty$, то функция F не продолжается аналитически ни в какую полосу $|\operatorname{Im} z| < d$. Можно доказать, что в случае $\beta\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1, \alpha\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \infty, \alpha_p\left(F, \frac{d}{dx}\right) < \infty, \forall p$ функция F является вещественно аналитической, а в случае $\beta\left(F, \frac{d}{dx}\right) = 1, \alpha_p\left(F, \frac{d}{dx}\right) = \infty, \forall p$ – имеет особую точку на вещественной оси.

Библиографический список

1. Громов В.П. Порядок и тип линейного оператора и разложение в ряд по собственным функциям. // ДАН СССР. 1986. т.228. № 1. С. 27-31.
2. Громов В.П. Порядок и тип оператора и целые векторнозначные функции. // Ученые записки ОГУ (лаб. ТФФА). 1999. С. 6-23.
3. Мишин С.Н. О порядке и типе оператора. ДАН. 2001. т. 381. № 3. С. 309-312.
4. Мишин С.Н. Порядок и тип оператора и последовательности операторов, действующих в локально выпуклых пространствах. Ученые записки ОГУ (лаб. ТФФА). 2001, С. 28-75.

References

1. Gromov V.P. Order and type of linear operator and series expansion on eigenfunctions. // Proceedings of the USSR Academy of Science. 1986. vol. 228 (1). Pp. 27-31.
2. Gromov V.P. Order and type of operator and entire vector-valued functions. // Memoirs of Orel State University (laboratory of functional analysis and theory of functions). 1999. Pp. 6-23.
3. Mishin S.N. About order and type of operator. // Proceedings of the Russian Academy of Science. 2001. vol. 381 (3). Pp. 309-312.
4. Mishin S.N. Order and type of operator and sequence of operators acting in locally convex spaces. // Memoirs of Orel State University (laboratory of functional analysis and theory of functions). 2001. Pp. 28-75.

УДК 519.634

UDC 519.634

Д.С. НЕСТЕРЕНКО

D.S. NESTERENKO

аспирант кафедры информатики Орловского государственного университета
E-mail: hopelessbikemaniac@gmail.com

postgraduate student of the informatics department, Orel State University
E-mail: hopelessbikemaniac@gmail.com

О ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАДАЧ ЭВОЛЮЦИИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ И ВЯЗКОСТИ ПУТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЕЕ РАВНОМЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ*

ABOUT THE STABILITY IMPROVEMENT OF THREE DIMENSIONAL BOUNDARY EVOLUTION PROBLEM OF LIQUIDS OF DIFFERENT DENSITY AND VISCOSITY BY RESTORING THE UNIFORM REPRESENTATION OF THE BOUNDARY

В работе рассматривается способ повышения устойчивости численного счета при решении методом дискретных особенностей пространственных задачах фильтрации различных жидкостей путем восстановления приблизительно равномерного дискретного представления подвижной границы на каждом шаге.

Ключевые слова: пространственная эволюция границы раздела различных жидкостей, параметризация поверхностей, бикубическая параметрическая интерполяция, метод дискретных особенностей, анизотропные сетки.

This article describes the method of numerical stability improvement for the three dimensional boundary problems solved with the discrete singularities method by restoring the approximately uniform representation of moving boundary between different liquids at each numerical step.

Keywords: three dimensional evolution of boundary between different liquids, surface parameterization, the bicubic parametric spline interpolation, the discrete singularities method, anisotropic meshes.

Основная система уравнений

Задача об эволюции границы раздела жидкостей различной плотности и вязкости L_i в общем случае является пространственной. Рассмотрим процесс фильтрации в однородном изотропном грунте в области D при наличии непроницаемой границы L_j . Она описывается законом Дарси и уравнением неразрывности [1]. Решение задачи сводится к совместному решению интегральных и дифференциальных уравнений. Численная схема основной системы уравнений получена методом дискретных особенностей и дискретных вихрей [2,3]:

$$\zeta + \sum_{j \in M_L} V_n [g_j, L_j](\bar{x}_{i+1/2}, t_m) = -W_{0n}(\bar{x}_{i+1/2}, t_m), \quad i = \overline{0, n_i - 1}, \quad (1)$$

$$g_i(\bar{x}_{i+1/2}, t_m) - 2\lambda_i \sum_{j \in M_L} G[g_j, L_j](\bar{x}_{i+1/2}, t_m) = f_i(\bar{x}_{i+1/2}, t_m), \quad i = \overline{0, n_i - 1}, \quad (2)$$

$$\frac{\Delta \bar{x}_i}{\Delta t_m} = \bar{W}_0(\bar{x}_i, t_m) + \sum_{j \in M_L} \bar{V}[g_j, L_j](\bar{x}_i, t_m), \quad t > 0, \quad i = \overline{0, n_i - 1}, \quad (3)$$

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.B37.21.0388.

Здесь t – время, $f_t = 2\lambda_t\phi_0 + 2\alpha\Pi$, Π – потенциал массовых сил ($\vec{F} = \nabla\Pi$), параметры $\lambda_t = (\mu_2 - \mu_1)/(\mu_2 + \mu_1)$ и $\alpha = (\rho_1 - \rho_2)/(\mu_1 + \mu_2)$, μ_1 и ρ_1 – вязкость и плотность жидкости вне L_t , μ_2 и ρ_2 – внутри L_t , ϕ_0 – потенциал невозмущенного течения, $\vec{W}_0(\vec{x}, t) = \nabla\phi_0$, $\vec{x} = (x^0, x^1, x^2) \in R^3$. При $t = 0$, положение L_t задано условием $\vec{x} = \vec{x}_0$.

$$G[g_j, L_j](\vec{x}_{s+\frac{1}{2}}) = \sum_{\substack{k=0 \\ \vec{x}_s \neq \vec{x}_k}}^{n_j} g_{j,k+\frac{1}{2}} G[e, l_{jk}](\vec{x}_{s+\frac{1}{2}}),$$

$\vec{V}[g_j, L_j](\vec{x}_s) = \sum_{k=0}^{n_j} g_{j,k+\frac{1}{2}} \vec{V}_\varepsilon[e, l_{jk}](\vec{x}_s)$ – дискретные аналоги операторов потенциала и скорости потенциала двойного слоя, распределенного с плотностью g по границе L , $\vec{V}_\varepsilon = \Theta(x/r_\varepsilon)\vec{V}$ – сглаживающая функция [4,5], $e \equiv 1$, n_j – число отрезков, составляющих границу L_j , $j \in M_L$, $M_L = \{t, I\}$.

Алгоритм переразбиения подвижной границы

Для решения задач эволюции границы раздела жидкостей используется метод дискретных особенностей. В пространственном случае граница раздела представляет собой поверхность, которая в реализации численного метода заменяется на триангуляцию. Для устойчивого численного счета требуется приблизительное равенство площадей, аппроксимирующих границы [6]. Нарушение данного требования приводит к быстрой потере устойчивости и невозможности дальнейшего численного счета. В задачах с подвижной границей игнорировать этот факт нельзя, так как с течением времени даже первоначально равномерно разбитая граница становится сильно неравномерной. Это связано с тем, что разные части границы движутся с различной скоростью, что в конечном итоге приводит к растяжению и сжатию отдельных площадок вплоть до полного вырождения. Это накладывает существенное ограничение на временной промежуток, в котором возможна адекватная физическая интерпретация полученных результатов.

Для снижения влияния возникающей неравномерности и увеличения временного промежутка устойчивого численного счета предлагается применять процедуру переразбиения границы. Восстановление равномерного триангулированного представления произвольной поверхности, представленной неравномерной триангуляцией, вообще говоря, является нетривиальной задачей. Для ее решения вначале необходимо восстановить непрерывную поверхность. Алгоритм переразбиения при этом сводится к трем основным шагам:

1. параметризация исходного дискретного представления;
2. построение параметрического бикубического сплайна поверхности;
3. построение равномерной триангуляции

сплайн-поверхности.

Параметризация поверхности нужна для построения сплайна. Для ее осуществления необходимо каждой вершине $\vec{x}$ трехмерного пространства поставить в соответствие точку $\vec{x}^* = \tau(\vec{x})$ параметрической плоскости ($\vec{x} \in R^3, \vec{x}^* \in R^2$). Воспользуемся методом, предложенным М. Флоатером [7].

Пусть V – множество всех вершин $\vec{x}$, а E – множество всех ребер всех треугольников из дискретного представления поверхности, причем V_I – подмножество внутренних, а V_B – подмножество граничных вершин. Обозначим множество вершин, соседних с $\vec{x}$:

$$N_x = \{\vec{y} \in V \mid [\vec{y}, \vec{x}] \in E\}. \quad (4)$$

Выберем в параметрической плоскости область, на которую будут отображаться трехмерные точки. Пусть это будет квадрат $[0, 1] \times [0, 1]$. Распределим по границе этой области точки $\vec{x}^*$, являющиеся образами точек $\vec{x} \in V_B$, таким образом, чтобы расстояния между соседними точками $\vec{x}^*$ были пропорциональны расстояниям между соответствующими точками $\vec{x}$. Остальные точки $\vec{x}^*$ определяются из системы уравнений:

$$\begin{aligned} \vec{x}^* &= \sum_{\vec{y} \in N_x} \lambda_{xy} \vec{y}^*, \quad \vec{x}^* = \tau(\vec{x}), \quad \vec{y}^* = \tau(\vec{y}), \quad \vec{x} \in V_I, \\ \sum_{\vec{y} \in N_x} \lambda_{xy} &= 1, \quad \lambda_{xy} > 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Флоатер предложил определять веса λ_{xy} по следующей формуле:

$$\lambda_{xy} = \frac{w_{xy}}{\sum_{\vec{z} \in N_x} w_{xz}}, \quad w_{xy} = \frac{\text{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \text{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right)}{|\vec{y} - \vec{x}|}, \quad (6)$$

где α и β – углы треугольников с вершиной в точке $\vec{x}$, прилежащие к ребру $[\vec{x}, \vec{y}]$.

Решая систему (6), получаем отображение точек трехмерного пространства на точки параметрической плоскости. В случае замкнутой поверхности в качестве точек множества V_B можно использовать точки некоторой линии разреза.

Следующим этапом алгоритма переразбиения границы является построение бикубического параметрического сплайна. Параметрический сплайн поверхности представляет собой набор трех сплайнов: $x^0 = S(x^0, u, v)$, $x^1 = S(x^1, u, v)$, $x^2 = S(x^2, u, v)$, u и v – параметры. Все три сплайна строятся одинаково, поэтому проведем рассуждения для одного из них.

Обычно бикубический сплайн строится на регулярной прямоугольной сетке, однако, так как граница раздела жидкостей представляется треугольниками, то после ее параметризации мы располагаем только нерегулярной сеткой. В статье [8] описан быстрый алгоритм бикубической В-сплайн интерполяции и аппроксимации на нерегулярной сетке, не требующий триангуляции исходных данных и обеспечивающий на выходе поверхности гладкости C^2 . Этот

алгоритм позволяет автоматически находить узлы регулярной сетки по нерегулярным начальным данным для построения В-сплайн поверхности.

Пусть $\{(u_p, v_p, z_p)\}$ – множество исходных точек, расположенных нерегулярно, $p = \overline{0, P}$, а $\Delta = \{(u_i, v_j) | i = \overline{0, m}, j = \overline{0, n}\}$ – множество узлов регулярной сетки, причем $(u_p, v_p) \in [u_0, u_m] \times [v_0, v_n]$. Бикубический В-сплайн поверхности представляется в виде:

$$S(u, v) = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 B_k \left(\frac{u - u_{i'}}{u_{i'+1} - u_{i'}} \right) B_l \left(\frac{v - v_{j'}}{v_{j'+1} - v_{j'}} \right) c_{k+i'-1, l+j'-1} \quad (7)$$

Где $u_{i'} = \max_i \{u_i | u_i \leq u\}$, $v_{j'} = \max_j \{v_j | v_j \leq v\}$, то есть точки u_i и v_j наиболее близкие к u и v соответственно, но не превосходящие их, B_k и B_l – нормированные кубические В-сплайны [9].

Если исходные данные представлены одной точкой (u_p, v_p, z_p) , такой что $(u_p, v_p) \in [u_1, u_2] \times [v_1, v_2]$, то имеем выражение для определения коэффициентов:

$$z_p = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 w_{kl} c_{kl}, \quad w_{kl} = B_k \left(\frac{u_p - u_1}{u_2 - u_1} \right) B_l \left(\frac{v_p - v_1}{v_2 - v_1} \right). \quad (8)$$

Для однозначного определения коэффициентов используется условие минимальности отклонения восстановленной функции от нуля на сетке Δ :

$$c_{kl} = \frac{w_{kl} z_p}{\sum_{a=0}^3 \sum_{b=0}^3 w_{ab}^2}. \quad (9)$$

Из (7) следует, что для вычисления значения бикубического В-сплайна необходимо знать 16 коэффициентов на сетке Δ . На основании каждой точки исходных данных можно вычислить значения коэффициентов сплайна в ее окрестности 4×4 . Для достаточно близких точек исходных данных эти окрестности могут пересекаться и, следовательно, могут получаться разные значения одного и того же коэффициента. Заметим, что на каждый коэффициент c_{ij} в узле (u_i, v_j) могут влиять лишь точки исходных данных, расположенные в окрестности размерности 4×4 этого узла. Причем для каждой точки (u_p, v_p, z_p) из (9) получаем свое значение коэффициента сплайна c_p :

$$c_p = \frac{w_p z_p}{\sum_{a=0}^3 \sum_{b=0}^3 w_{ab}^2}, \quad (10)$$

где $w_p = w_{kl}$, $k = i + 1 - i'_p$, $l = j + 1 - j'_p$, i'_p, j'_p – индексы максимальных u_i и v_j , не превосходящих u_p и v_p соответственно. Из условия минимизации ошибки аппроксимации получаем формулы для определения коэффициентов сплайна в узлах сетки на основе множества точек исходных данных:

$$c_{ij} = \frac{\sum_p w_p^2 c_p}{\sum_p w_p^2}. \quad (11)$$

Так как исходные данные нерегулярны, то узлы регулярной сетки для построения сплайна неизвестны, поэтому регулярная сетка строится итеративно, уточняясь на каждом шаге. В качестве начальной сетки можно положить $\Delta_0 = \{(u_i, v_j) | i = \overline{0, 1}, j = \overline{0, 1}\}$, где $u_0 = \min u_p$, $u_1 = \max u_p$, $v_0 = \min v_p$, $v_1 = \max v_p$ для исходных данных (u_p, v_p, z_p) , $p = \overline{0, P}$.

Пусть множество $C = \{c_{ij}\}$ есть множество коэффициентов сплайна на сетке Δ . Каждый шаг h алгоритма построения сплайна с уточнением сетки имеет следующие этапы:

1. Строится В-сплайн S_h по алгоритму, описанному выше, на сетке Δ_h и по начальным данным (u_p, v_p, z_p^h) , $p = \overline{0, P}$, где $z_p^h = z_p^{h-1} - S_{h-1}(u_p, v_p)$, $z_p^0 = z_p$.

2. Вычисляются элементы множества $\bar{C}^h$ как сумма элементов множеств C'^h и C^h , $C'^0 = 0$.

3. Вычисляются узлы сетки Δ_{h+1} путем разбиения каждого отрезка $[u_i, u_{i+1}]$ и $[v_j, v_{j+1}]$ из сетки Δ_h пополам.

4. Вычисляются элементы множества C'^{h+1} путем уточнения коэффициентов $\bar{C}^h$ В-сплайна для сетки Δ_{h+1} , при этом $|\bar{C}^h| = |\Delta_{h+1}|$.

Уточнение В-сплайна, построенного на сетке Δ , для набора узлов уточненной сетки Δ' предполагает нахождение коэффициентов для узлов из сетки Δ' , отсутствующих в Δ . При этом $S(\Delta) = S(\Delta')$. Формулы для вычисления коэффициентов сплайна в новых узлах приведены в статье [8].

Условием интерполяции исходных данных является наличие не более чем одной точки начального набора в окрестности размерности 4×4 каждого узла сетки Δ . Так как в данной работе требуется строгая интерполяция границы раздела жидкостей, то указанное выше условие является критерием остановки алгоритма измельчения сетки. Узлы сетки, не содержащие в своей окрестности точки исходных данных, не влияют на результат, поэтому они выбрасываются из результирующей сетки для уменьшения объемов вычислений. В результате на последнем шаге H получаем сетку узлов Δ_H и множество коэффициентов сплайна $\bar{C}^H$ для вычисления его значений по формуле (7).

Последним этапом алгоритма переразбиения подвижной границы является получение ее равномерного дискретного представления. Под равномерным представлением будем понимать аппроксимацию гладкой границы треугольниками с приблизительно одинаковой длиной ребра.

Одним из наиболее очевидных способов построения равномерной сетки на трехмерной поверхности является анизотропная триангуляция Делоне в параметрической плоскости. Такой способ описан в статье [10]. Анизотропия проявляется в том, что при построении двумерной сетки в параметрическом

пространстве вводится метрический тензор, равный первой квадратичной форме поверхности, и расчеты триангуляции проводятся методом Лоусона [11] с учетом введенной метрики. После построения сетки на параметрической плоскости она отображается в пространство. Однако, такой подход связан с рядом трудностей, к которым можно отнести обобщение алгоритма Лоусона для вычисления триангуляции с учетом метрики, специальную обработку периодических ребер для замкнутых поверхностей, обработку особых точек и вырожденных ребер, вычисление кластеров (наборов ребер в одной вершине, сходящихся под малыми углами, которые должны разбиваться синхронно).

Будем использовать более простое решение, предложенное в работе [12]. Основной идеей этого алгоритма является аналогия между треугольной сеткой и строительной конструкцией под названием «ферма». Это предположение дает возможность рассматривать ребра сетки как некие упругие элементы и каждому из них ставить в соответствие силу, растягивающую это ребро, причем величина этой силы зависит от длины ребра. Вводя искусственный временной параметр, можно построить итерационный процесс смещения узлов сетки под действием этих сил, в результате которого получается искомая приближенно равномерная сетка.

В качестве исходной неравномерной сетки имеем дискретное представление границы раздела жидкостей, вычисленное на предыдущем шаге метода дискретных особенностей, которое представляет собой набор треугольников с вершинами $\vec{p}_i = (\vec{x}_i^0, \vec{x}_i^1, \vec{x}_i^2)$ и ребрами $\vec{l}_j$. Каждый шаг h алгоритма оптимизации сетки состоит из следующих этапов:

1. Вычисляются длины ребер $\vec{l}_j$: $l_j^h = |\vec{l}_j^h|$.
2. Вычисляется целевая длина ребер, к которой

стремятся текущие длины: $L_0^h = k \sqrt{\frac{\sum (l_j^h)^2}{J}}$, где k –

коэффициент, обеспечивающий избыточную положительную силу [12], J – количество вершин.

3. Вычисляются значения сил для каждого ребра $\vec{l}_j$:

$$f_j^h = \begin{cases} \frac{L_0^h - l_j^h}{l_j^h}, & l_j^h < L_0^h, \\ 0, & l_j^h \geq L_0^h \end{cases} \quad (12)$$

Нетрудно заметить, что данные силы являются силами отталкивания, обеспечивающими разрежение узлов сетки.

4. На основе вычисленных значений сил определяются новые положения точек $\vec{p}_i$: $\vec{p}_i^{h+1} = \vec{p}_i^h + \Delta t \vec{F}^h$, где $\vec{F}^h$ – сумма векторов всех сил, действующих на узел сетки, значениями которых являются f_j^h , определенные для ребер $\vec{l}_j^h$, сходящихся в точке $\vec{p}_i^h$, а их направления определяются направлением растяже-

ния соответствующего ребра, Δt – некоторое малое значение, обеспечивающее малое смещение узлов сетки на каждом шаге итерационного процесса.

5. Полученные точки $\vec{p}_i^{h+1}$ проецируются обратно на исходную границу, используя ее непрерывное представление, вычисленное при интерполяции В-сплайн поверхности.

Условием прекращения описанного итерационного процесса является смещение точек $\vec{p}_i$ на величину, меньшую некоторой наперед заданной малой величины.

Возврат точек на поверхность осуществляется решением задачи минимизации выражения:

$$|\vec{r}(u_i, v_i) - \vec{p}_i^{h+1}| \rightarrow \min, \quad (13)$$

где $\vec{r}(u, v) = (S(x^0, u, v), S(x^1, u, v), S(x^2, u, v))$ есть параметрический вид восстановленной непрерывной поверхности. Задача (13) решается методом Ньютона. Быструю сходимость в этом случае обеспечивает начальное приближение, в качестве которого берутся значения (u_i^0, v_i^0) такие, что $\vec{r}(u_i^0, v_i^0) = \vec{p}_i^h$. После вычисления новых значений (u_i, v_i) в качестве новой точки $\vec{p}_i^{h+1}$ выбирается $\vec{p}_i^{h+1} = \vec{r}(u_i, v_i)$.

Если поверхность, на которой строится сетка, незамкнута, то есть имеет границу, то условие (13) для граничных точек дополняется условием $\xi(u_i, v_i) = 0$, где $\xi(u, v)$ – неявная функция расстояния от узла (u, v) до границы параметрической области, причем $\xi(u, v) < 0$, если (u, v) лежит внутри параметрической области.

Если в процессе оптимизации сетки необходимо увеличить либо уменьшить количество ее узлов, например, при сильном растяжении или сжатии для приблизительного сохранения размеров ячеек, то это можно реализовать как дополнительный этап описанного алгоритма. В начале каждого шага выполняем процедуру локальной модификации сетки. К операциям локальной модификации относятся разделение, удаление и перестановка ребра. Они осуществляются так же, как и при триангуляции по алгоритму Лоусона [10,11]. При этом разделение и удаление ребра производится в том случае, когда его длина отклоняется от требуемой на значительную величину. В целом использование процедуры локальной модификации положительно сказывается на качестве сетки и скорости сходимости метода.

Результатом работы алгоритма является сетка на поверхности, состоящая из треугольников с приблизительно равной длиной ребра.

Выводы

Применение описанного алгоритма на каждом шаге метода дискретных особенностей позволяет устранить нефизичное движение точек границы, тем самым повышая его устойчивость, что дает возможность проводить расчеты в длительных временных промежутках. Кроме того, переразбиение границы можно производить не после каждого смещения то-

чек, а по достижении некоторой, наперед заданной неравномерности. Это позволяет экономить вычислительные ресурсы, при этом сохраняя достаточную точность и устойчивость метода.

Немаловажной особенностью описанных алгоритмов является возможность контроля точности дискретного представления подвижных границ. Так как во время их переразбиения, по сути, строятся новые сетки, то количество узлов нового равномерно представления не обязательно должно совпадать с количеством исходных точек. Элементы нового представления вычисляются на основании некоторо-

го желаемого размера элементов (длин ребер сетки), что позволяет сохранять точность дискретизации даже при сильных растяжениях и сжатиях. При этом количество новых точек будет больше либо соответственно меньше количества начальных точек.

Также при необходимости можно менять точность представления границы на некотором шаге решения задачи эволюции, например, увеличивать – для более детального изучения движения вблизи других границ или скважин или уменьшать – для более быстрого движения.

Библиографический список

1. Голубева О.В. Курс механики сплошных сред. М.: Наука, 1971. С.368.
2. Никольский Д.Н. Математическое моделирование трехмерной задачи эволюции границы раздела жидкостей различной вязкости и плотности в однородном и безграничном грунте // Вычислительные методы и программирование. 2006. Т. 7. С. 236-1412.
3. Nikolskii D.N. Mathematical Modeling of the Three-Dimensional Evolution of the Interface between Fluids of Different Viscosities and Densities in an Inhomogeneous Ground// Computational Mathematics and Mathematical Physics, 2007. Vol. 47. No. 8, pp. 1347 – 1357.
4. Никольский Д.Н. Регуляризация дискретной схемы для трехмерной задачи эволюции границы раздела различных жидкостей // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2010. Т. 50, № 3. С. 557-562.
5. Кирякин В.Ю., Сетуха А.В. О сходимости вихревого численного метода решения трехмерного уравнения Эйлера в лагранжевых координатах// Дифференциальные уравнения, 2007. Т. 43. №9. С. 1263 – 1276.
6. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент (в математической физике, аэродинамике, теории упругости и дифракции волн). – М.: ТОО «Янус», 1995. –520с.
7. Floater M. Mean value coordinates // Computer Aided Geometric Design. 2003. No. 20. P. 19-27.
8. Lee S., Wolberg F., Shin S.Y. Scattered data interpolation with multilevel B-splines // IEEE transaction on visualization and computer graphics. 1997. Vol. 3, No. 3. P. 228-244.
9. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. М.: Наука, 1980. 352с.
10. Боровиков С.Н., Крюков И.А., Иванов И.Э., Построение нерегулярных треугольных сеток на криволинейных гранях на основе триангуляции Делоне// Математическое моделирование, 2005. Т. 17. №8. С. 31 – 45.
11. C.L. Lawson. Software for C^1 Surface Interpolation. Mathematical Software III (John R. Rice, editor), pages 161-194. Academic Press, New York, 1977.
12. Presson P.O. Mesh generation for implicit geometries: Tech. Rep.: Massachusetts Institute of Technology, 2005.

References

1. O.V. Golubeva. The Course of Mechanics of Continuous Mediums. M.: Nauka, 1971. P.368.
2. D. N. Nikolskii. Mathematical modeling of three dimensional evolution problem of boundary between liquids of different density and viscosity if uniform and boundless ground // Computational methods and programming. 2006. Vol. 7. P. 236-1412.
3. D. N. Nikolskii. Mathematical Modeling of the Three-Dimensional Evolution of the Interface between Fluids of Different Viscosities and Densities in an Inhomogeneous Ground// Computational Mathematics and Mathematical Physics, 2007. Vol. 47. No. 8, pp. 1347 – 1357.
4. D. N. Nikolskii. Regularization for a discrete scheme for three dimensional evolution problem of boundary between different liquids // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2010. Vol. 50, No 3. P. 557-562.
5. V. U. Kiryakin, A. V. Setuha. About the Convergence of Vortex Numerical Method of Solving Three-Dimensional Euler Equation in LaGrange Coordinates. // Differential Equations, 2007. Vol. 43. No9. pp. 1263 – 1276.
6. I. K. Lifanov. The Method of Singular Integral Equations and Numerical Experiment (in Mathematical Physics, Aerodynamics, Theory of Elasticity and Wave Diffraction). – M.: “Janus”, 1995. –520p.
7. Floater M. Mean value coordinates // Computer Aided Geometric Design. 2003. No. 20. P. 19-27.
8. Lee S., Wolberg F., Shin S.Y. Scattered data interpolation with multilevel B-splines // IEEE transaction on visualization and computer graphics. 1997. Vol. 3, No. 3. P. 228-244.
9. U. S. Zavialov, B. I. Kvasov, V. L. Miroshnichenko. The Methods of Spline Functions. – M.: Nauka, 1980. – 352p.
10. S. N. Borovikov, I. A. Kryukov, I. E. Ivanov. The Anisotropic Triangular Mesh Generation on the Curvilinear Edges Based on Delaunay Triangulation// Mathematical Modeling, 2005. Vol. 17. Vol8. pp. 31 – 45.
11. C.L. Lawson. Software for C^1 Surface Interpolation. Mathematical Software III (John R. Rice, editor), pages 161-194. Academic Press, New York, 1977.
12. Presson P.O. Mesh generation for implicit geometries: Tech. Rep.: Massachusetts Institute of Technology, 2005.

УДК 378.147:372.851

UDC 378.147:372.851

Е.В. НИКОЛЬСКИЙ

кандидат педагогических наук, доцент кафедры
ОиОПД Выксунского филиала Нижегородского тех-
нического университета
E-mail: evgeniy_nikolski@mail.ru

E.V. NIKOLISKIY

candidate of the pedagogical sciences assistant professor
pulpits OIOPD Vyksunskogo branch Nizhegorodskogo
technical university
E-mail: evgeniy_nikolski@mail.ru

О СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИЁМАХ РАБОТЫ СО СТУДЕНТАМИ-ЗАОЧНИКАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

ABOUT SPECIAL RECEIVING THE WORK WITH STUDENT-ZAOCHNIKAMI TECHNICAL HIGH SCHOOL ON OCCUPATION ON HIGH MATHEMATICIAN

Применяя на занятиях по высшей математике специальные приёмы работы со студентами-заочниками: педагогический тренинг и математико-технологической карты, преподаватель развивает у студентов организаторские, учебные, психологические, педагогические качества и оптимизирует восприятие учебного материала посредством его преобразования в другой формат понимания.

Ключевые слова: специальные приёмы, педагогический тренинг, математико-технологические карты, оптимизация восприятия.

Using on occupation on high mathematician special receiving the work with student-zaochnikami: pedagogical training and mathematician-technological card, teacher develops beside student organizational, scholastic, psychological, pedagogical quality and optimizes the perception of the scholastic material by means of his(its) transformations in the other format of the understanding.

Keywords: special acceptance, pedagogical training, mathematician-technological card, optimization of the perception.

При рассмотрении специальных приёмов работы со студентами-заочниками технических вузов при изучении математических дисциплин можно выделить наиболее значимые:

1. педагогический тренинг студентов;
2. оптимизация восприятия с помощью МТК.

Итак, поговорим подробнее о педагогическом тренинге.

Пассивность студентов на занятиях, сокращение часов на математические дисциплины и письменное натаскивание на ЕГЭ – вот ряд существенных негативных причин, влияющих на качество знаний и умений обучаемых.

Поэтому студенты плохо «обговаривают» алгоритм решения задачи, путаются в простейших математических понятиях, не применяют другие приёмы и методы решения (или вообще не знают о них), не имеют представления, как проводится глубокое исследование той или иной задачи и т.п.

Имея в своём арсенале богатейший методический опыт, педагогический вуз как-то ещё может парировать вышеизложенные причины, когда студенту при проведении педагогической практики даётся превосходная возможность попробовать проявить и развить свои организаторские и учебные, психологические и педагогические, а также и другие способности, которые ему затем пригодятся как учителю-предметнику и классному руководителю.

Но как в этом случае быть студентам технических вузов? Ведь им, будущим бакалаврам и магистрам, совсем скоро, через четыре-шесть лет защищать дипломы, руководить предприятиями, а некоторым – выходить и на преподавательскую деятельность.

Где получить педагогические умения и навыки? И каким образом накопить педагогический опыт, если подработка не предусмотрена?

Предварительный психолого-педагогический анализ литературы, собственные наблюдения и эксперимент позволили нам выйти на ситуацию, при которой студенты в течение всего семестра активно использовали бы на занятиях по высшей математике элемент педагогической практики – педагогический тренинг.

Так, например, после прослушивания, разбора и записи очередной лекции по линейной алгебре, аналитической геометрии или математическому анализу в течение двух-четырёх часов студент получает ключевую задачу.

Количество задач на группу варьируется от 10 до 15 (одна задача на одного или двух студентов, в зависимости от сложности задачи и количества человек в группе).

Разобрав или решив свою задачу дома и представив её в виде доклада, студент, выходя к доске, в течение десяти минут подробно объясняет решение задачи, указывает на связь с теорией и фиксирует её наиболее «острые углы». Затем по ней делаются за-

мечания, пояснения и дополнения.

Если задача по своему содержанию достаточно длинна или сложна, то она может быть продолжена другим студентом, решавшим такую же задачу с такими же данными.

При отсутствии на занятии студентов, получивших доклады ранее, преподаватель сам может взять на себя их функции. Методика урока в этом случае не нарушается. Задачи студентам выдаются только дифференцированно, что увеличивает плотность урока.

Такой подход к проведению практических занятий позволил нам сделать вывод, что у студентов стала улучшаться речь, они научились правильному оформлению своих записей как в конспекте, так и на доске, стали правильно реагировать у доски на замечания и дополнительные вопросы.

Заканчивают блок решения ключевых задач обычно сильные студенты. Они хорошо, как правило, обобщают многие теоретические положения на своей задаче, говорят свободно и правильно, что является для других студентов ярким примером.

Это способствует общей дисциплине, концентрации внимания, выявлению лидерства (в хорошем смысле слова) и активизации мышления.

Окончательный итог всегда подводит преподаватель, решая задачу теоретико-исследовательского или прикладного характера, потом выдаётся список задач на дом. В итоге, проверка домашних, самостоятельных и контрольных «срезовых» работ по каждому пройденному и изученному разделу (модулю) показала:

1. качество и количество решаемых задач возросло;
2. все студенты максимально вовлечены в «самопреподавание»;
3. общая сумма «чистого» времени тренинга на одного студента составила за семестр 1-2 часа, не считая времени анализа домашних работ и работ над ошибками;
4. появляется взаимовыручка и уважение среди однокурсников;
5. посильность, и в то же время сложность их, позволяет «мягче», но и увереннее выходить затем на исследовательские работы студентов;
6. создаётся возможность преподавателю «увидеть» и готовить теоретический и практический материал к занятиям комплексно;
7. освобождается время преподавателя для управления учебным процессом;
8. применяется экспромт как в учебной, так и в воспитательной деятельности, что создаёт нормальную рабочую обстановку;
9. по ходу занятия преподаватель проводит индивидуальные консультации;
10. контролирует время проведения занятия, его плотность, оценивает учебный процесс и т.п.

Значит, педагогический тренинг студентов технического вуза возможен и необходим как элемент активной педагогической практики при обучении

высшей математике под руководством преподавателя и при хорошо отлаженной системе обучения такого рода.

Однако одного перечисленного приёма, по нашему мнению, недостаточно, – необходимо оптимизировать абстрактные восприятия студента с помощью специальных карт (МТК).

Так, при изучении наиважнейшего математического раздела «Дифференциальные уравнения» нами было выявлено следующее обстоятельство: большая часть студентов после знакомства с темой и решения ключевых задач сразу же сдаёт зачёт на «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» (промежуточный контроль). Но оставшаяся часть студентов ни со второго, ни с третьего раза усвоить данный материал, а значит, сдать зачёт так и не в состоянии.

Причина: студенты не запоминают сам алгоритм решения уравнения. Воспринимаемая ими, хотя и правильно, символьная запись решения задачи, ещё не говорит о точности фиксируемого словесного (или текстуального) перехода от уравнения к уравнению.

Студенты не могут даже на вербальном уровне описать действие, которое хотят проделать с исходным или последующим уравнением.

В связи с этим обстоятельством решение ДУ представляем в виде таблицы – *математико-технологической карты (МТК)*.

То есть, для таких студентов информация, представленная традиционно – в текстовом варианте учебника, должна преобразовываться в иную форму, где конкретно определяются действия, и символически описываются проводимые математические операции.

Вывод: слабым студентам нужен чёткий пошаговый алгоритм решения дифференциального уравнения.

Эксперимент, исследования и проведённые контрольные работы студентов показали, что качество решаемых задач, когда студенты стали значительно чаще обращаться к математико-технологическим картам, чем к типовым формам решения учебника, резко возросло.

Связано это положение, скорее всего, с удобством использования и с пониманием описанного в МТК алгоритма решения ДУ.

Методом сравнения двух форм решений проиллюстрируем данный факт.

Упражнение. Решить дифференциальное уравнение $y' \cdot x - y = 0$.

Решение – 1 (традиционное, учебник).

Данное уравнение представляет собой обыкновенное дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными $y' \cdot x - y = 0$.

Перенесём вычитаемое в правую часть уравнения с противоположным знаком $y' \cdot x = y$ и разделим уравнение на x , не равное нулю, получаем $y' = y/x$.

Затем, по определению дифференциала имеем $dy/dx = y/x$.

Разделим переменные
 $dy/y = dx/x$
и проинтегрируем предыдущее выражение
 $\int dy/y = \int dx/x,$
откуда, пользуясь табличным интегралом

$$\int dx/x = \ln|x| + |C|,$$

имеем $\ln|y| = \ln|x| + \ln|C|$.

Преобразовывая правую часть и потенцируя, окончательно получим результат

$|y| = |Cx|$, где C – произвольная постоянная.

Проверкой убеждаемся, учитывая и особое решение, что решение верное. Запишем окончательный ответ: $y = Cx$.

Решение – 2 (табличное, МТК).

№ п/п	Алгоритм (текстуальный)	Алгоритм (аналитический)
1	Определим ДУ – это ДУ с разделяющимися переменными	$y' \cdot x - y = 0$
2	Перенесём $(-y)$ в правую часть с плюсом	$y' \cdot x = y$
3	Делим уравнение на $x \neq 0$	$y' = \frac{y}{x}$
4	Применяем определение дифференциала	$\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x}$
5	Разделяем переменные (пропорция)	$\frac{dy}{y} = \frac{dx}{x}$
6	Интегрируем уравнение	$\int \frac{dy}{y} = \int \frac{dx}{x}$

7	Воспользуемся табличным интегралом	$\ln y = \ln x + \ln C $
8	Преобразуем правую часть по свойству логарифмов	$\ln y = \ln Cx $
9	Потенцируем уравнение	$ y = Cx $
10	Запишем ответ	$y = Cx,$ где $C = \text{Const}$

Так как расположение текстовых строк учебника играет существенную роль при запоминании и усвоении информации, то ясно, что второе решение более «расшифровано», ведь на первый план явно выступает визуальное мышление («думание глазами»).

Заметим, что под рукой студент обязательно должен иметь оба варианта решения, подробное (*первичное – традиционное*) и краткое (*вторичное – алгоритмическое*).

Конечно же, невозможно перевести весь задачный материал всех разделов математики технического вуза в МТК, но всё же «преобразовать» пять-десять ключевых задач целесообразно, что позволит и студентам дневного, а тем более заочного отделений лучше уяснить учебный материал и проявить больший интерес к математическим дисциплинам, а преподавателю продолжить исследования в области оптимизации восприятия учебного материала. Продуктивность данного методического подхода будет иметь наибольший эффект, если использовать современные компьютерные технологии, в частности, презентации программы Microsoft PowerPoint.

Библиографический список

1. Никольский Е.В. Графическая визуализация и методика исследований основных функциональных зависимостей средствами компьютерных моделей на уроках алгебры в средней школе. Перспектива. Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и молодых учёных. АГПИ, Арзамас, 1999. С.179-188.
2. Никольский Е.В. Математико-технологические карты при построении в геометрии. Педагогическое мастерство в современных условиях. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Волгоград, 2009.-С.121-123.
3. Никольский Е.В. Методика оценивания теоретических математических знания студентов. Седьмые Чередовские чтения. Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения И.М. Чередова. Омск, ОмПГУ, 2009. С.169-171.

References

1. Nikoliskiy E.V. The Graphic visualization and methods of the studies of the main functional dependencies facility computer models on lesson of the algebra in secondary school. The Prospect. The Collection of the scientific works graduate student, competitors and young scientist. AGPI, Arzamas, 1999. Pp.179-188.
2. Nikoliskiy E.V. The Mathematician-technological cards at building in geometries. The Pedagogical skill in modern condition. The Collection article All-russian scientifically-practical conference. Volgograd, 2009. Pp.121-123.
3. Nikoliskiy E.V. The Methods value theoretical mathematical knowledges student. Seventh CHEREDOVSKIE reading. The Material International scientifically-practical conference, denoted 90 since birth day I.M. CHEREDOVA. Omsk, OMPGU, 2009. Pp.169-171.

УДК 621.317.75:519.6

UDC 621.317.75:519.6

В.М. РАДЫГИН

доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Академии ФСО России
E-mail: boch_p@mail.ru

V.M. RADIGIN

doctor of engineering sciences, professor The Federal
Guard Service Academy
E-mail: boch_p@mail.ru

О.В. ИВАНЦОВ

кандидат технических наук, доцент Академии ФСО
России
E-mail: boch_p@mail.ru

O.V. IVANTSOV

candidate of engineering sciences, docent The Federal
Guard Service Academy
E-mail: boch_p@mail.ru

П.В. БОЧКОВ

кандидат технических наук, доцент Академии ФСО
России
E-mail: boch_p@mail.ru

P.V. BOCHCOV

candidate of engineering sciences, docent The Federal
Guard Service Academy
E-mail: boch_p@mail.ru

СПОСОБЫ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО МЯГКОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ОБРАБОТКИ ПРЯМЫХ И ИНВЕРСНЫХ ЛИНЕЙНЫХ РЕКУРРЕНТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

THE TECHNIQUES OF NOISE-IMMUNE SOFT-DECISION INFORMATION DECODING BASED ON FORWARD AND INVERSE LINEAR RECURRENT SEQUENCES

В данной статье авторы решают задачу применения в помехоустойчивом кодировании свойства рекуррентности при обработке линейных рекуррентных последовательностей.

Показана возможность построения систематических (n, k) кодов на основе формирования прямых и инверсных отрезков рекуррентных последовательностей, при комбинированной обработке которых на приеме используются основные алгоритмы мягкого декодирования.

Ключевые слова: помехоустойчивое кодирование; свойства рекуррентности ЛРП; мягкое декодирование.

The authors solve the usage problem of recurrence property in noise-immune coding while processing linear recurrent sequences.

The article shows the construction capability of systematic (n, k) codes based on forming forward and inverse recurrent sequences segments in combined processing of which the basic algorithms of soft-decision decoding are used at receiving stage.

Keywords: noise-immune coding; recurrence properties of linear recurrent sequences; soft-decision decoding.

Введение

В телекоммуникациях и информационных системах широкое применение находят рекуррентные последовательности над конечными полями. Наибольший интерес вызывают линейные рекуррентные последовательности (ЛРП), которые широко применяются в телекоммуникациях и информационных технологиях.

Значительное число работ как зарубежных, так и отечественных авторов посвящено анализу и синтезу ЛРП максимального периода, называемых также М-последовательностями, псевдослучайными (ПСП) или шумоподобными (ШПС) последовательностями. В этом направлении наибольшую известность получили работы Н. Цирлера, Б. Элспаса, Д. Сарвате, С. Голомба, Р.Р. Варшамова, А.И. Маркушевича, А.А. Нечаева, В. И. Нечаева, Ю. Л. Сагаловича.

Одной из важных задач применения ЛРП в теории помехоустойчивого кодирования является вы-

бор эффективного способа обработки линейных рекуррентных последовательностей в различных приложениях. При этом критерий эффективности определяется конкретными требованиями к системе. Как следует из многих литературных источников, практическое применение находят, в основном, три способа обработки: корреляционная обработка, обработка на основе рекуррентного соотношения и алгебраическая обработка на основе теории конечных полей.

Наиболее эффективной и простой реализацией корреляционного способа является применение согласованных фильтров, однако, при декодировании множества комбинаций этот способ требует значительных материальных затрат при аппаратной реализации, так как необходим согласованный фильтр на каждую отдельную кодовую комбинацию.

Другим вариантом решения такой задачи для эквидистантных кодов является метод максимального

правдоподобия, в основе которого лежит умножение принятой комбинации на циркулянтную квадратную матрицу A размером $N \times N$, строками которой будут все циклические сдвиги M -последовательности длиной N . Однако при больших длинах комбинации и этот метод требует также значительных материальных затрат при аппаратной реализации либо больших задержек при программной реализации.

Поэтому корреляционный способ обработки ЛРП нашел широкое применение только в системе цикловой синхронизации.

Алгебраической обработке периодических рекуррентных последовательностей посвящены исследования Р.Р. Варшамова и В.А. Аракелова, в работах которых предложен метод определения специальных коэффициентов, позволяющих аналитически находить произвольный n -й элемент рекуррентной последовательности по начальным элементам данной последовательности, но применение этого метода ограничивается анализом структуры лишь «чистой» рекуррентной последовательности и невозможностью его применения для декодирования (обработки) рекуррентной последовательности, содержащей ошибки. Поэтому он не нашел практического применения [3].

Известен другой алгебраический метод, позволяющий определять произвольный n -й член линейной рекуррентной последовательности s_i по известным корням характеристического многочлена и специальным коэффициентам, однозначно определяемым начальными членами $s_0, s_1, \dots, s_{k-1}$ ЛРП. Исследования в этом направлении были проведены Р.Г. Фараджевым, который применил для решения указанной выше задачи дискретное преобразование Лапласа (D_p -преобразование). Однако разработанный им метод находит n -й член линейной рекуррентной последовательности относительно исходных начальных членов рекуррентной последовательности над простым полем с характеристикой p . Это, следовательно, не позволяет применить предложенный метод в тех случаях, когда должна быть решена обратная задача – определение начальных элементов последовательности (ее фазы) по некоторым произвольным принимаемым элементам последовательности [3].

Для обработки рекуррентных последовательностей, в том числе и произвольной структуры, часто применяют методы, основанные на свойстве рекуррентности. К ним можно отнести рекуррентный опознаватель по методу Р. Уорда и метод безошибочного «зачетного» участка. Такие способы просты в реализации, но решают очень узкую задачу, а именно, лишь опознавание рекуррентной последовательности, т.е. они не могут идентифицировать разные рекуррентные последовательности по начальной фазе. Несмотря на очевидный недостаток данного способа это не мешает его широко применять в системе синхронизации узлов криптографической защиты.

Цель работы: все вышеперечисленные факто-

ры явились основанием к определению направлений исследований по разработке методов и алгоритмов помехоустойчивого кодирования информации, основанных на свойстве рекуррентности и комбинированном применении известных свойств ЛРП.

Анализ вероятностных способов кодирования информации

Наибольший успех в системе передачи цифровой информации, применяющей помехоустойчивый код, достигается за счет реализации мягких схем декодирования избыточных кодов [1].

При построении мягких декодеров следует учитывать ряд специфических данных, которые в алгоритмах жестких декодеров не имеют смысла. К таким параметрам в первую очередь следует отнести:

- формат представления действительных чисел, характеризующий градации надежности символов;
- степень точности формируемых оценок;
- выявление особенностей совпадения конкретных индексов достоверности символов (ИДС) с правильно принятыми символами или ошибками;
- отсутствие или наличие при обработке ИДС операций над трансцендентными функциями или операций умножения, требующих существенных временных затрат относительно операции сложения или сравнения;
- возможность применения ИДС, формируемых по какому-либо принципу, к системе блоковых или непрерывных кодов и т.п.

Объединяющим подходом в моделировании процессов формирования ИДС является получение верхней граничной оценки для конкретных градаций, относительно которых следует судить об эффективности того или иного метода формирования оценок надежности символов.

Наиболее совершенные алгоритмы декодирования избыточных кодов в современных телекоммуникационных системах используют сочетание жестких методов декодирования (hard-decision decoding – HDD) и декодирование с мягким решением (soft-decision decoding – SDD). Обычным алгоритмом считается прием кодового вектора с ИДС для каждого его элемента и использование на первом этапе процедуры HDD. Если этот шаг оказался неудачным, то декодер, используя принципы SDD и максимума правдоподобия, решает задачу наиболее полного извлечения информации из зафиксированных приемником данных. После чего может быть вновь использован принцип HDD.

Очевидно, применение способа SDD оправдано на каналах с низкой энергетикой. Описанный подход обеспечивает энергетический выигрыш в канале с независимым потоком ошибок в пределах от 2 до 3 дБ, что равносильно снижению мощности передатчика на 40–50% по сравнению с классическим методом HDD [4].

Важную роль методы мягкого декодирования играют в случае, если количество возникающих

ошибок в канале связи превышает исправляющие возможности декодеров. Причиной частого одноmomentного появления большого количества ошибок в канале связи чаще говорит об их искусственном происхождении, нежели о плохом качестве канала.

Применение методов мягкого декодирования в случае появления большого количества ошибок в канале связи позволяет не менять вид модуляции, мощность, частоту передачи, техническую скорость передачи канала связи и при этом сохранить обмен информацией с понижением информационной скорости.

Классификация известных методов формирования ИДС для реализации SDD представлена на рисунке 1.

Стирающий канал связи включен в данную классификацию как исторически первый представитель метода SDD с очень примитивной системой оценивания принятых символов [1]. Главным недостатком такой системы является исключительно отрицательная роль ложных стираний, борьба с которыми представляет отдельную задачу. Однако можно предложить модель системы, в которой ложные стирания будут отсутствовать. Например, при распределенной системе хранения информации в вычислительной сети с заведомо известным рабочим местом, находящимся в аварийном или нерабочем состоянии.



Рис. 1. Классификация методов формирования ИДС.

Аддитивный метод является более тонким и позволяет формировать ИДС в виде действительных чисел. Этот способ во всех отношениях удобен для разработки как аналитических, так и имитационных моделей. Он отличается относительной простотой и широко используется в ходе многочисленных теоретических исследований, оперируя относительно простой моделью непрерывного канала связи с АБГШ [4].

Метод квантования уровней сигналов, снижая точность значений ИДС из предыдущего класса моделей формирования градаций надежности, формирует оценки надежности в виде целых чисел, что положительно сказывается на процедуре упорядочения статистик в декодере. Метод пригоден для формирования ИДС в системах связи со сложными видами модуляции, а также в системах, которые ис-

пользуют парные биты, например, при декодировании непрерывных кодов. Последнее обстоятельство косвенно учитывает автокорреляционные зависимости между соседними символами. Для выделения целых значений ИДС решающее устройство должно иметь несколько фиксированных порогов.

Метод логарифма отношения условных вероятностей достаточно прост с аналитической точки зрения. Главным недостатком метода является априорное знание параметров ПРВ условных вероятностей, которые трансформируются вместе с изменениями соотношения сигнал-шум в непрерывном канале связи. Метод характеризует каналы с независимым потоком ошибок, а ИДС формируются в виде действительных чисел.

Метод «скользящих окон» в стирающем канале связи позволяет получить целочисленные ИДС. Учитывает автокорреляционные зависимости между символами. Основные свойства ИДС, формируемых с помощью данного метода, не могут быть представлены аналитически и требуют разработки специальных имитационных моделей. Значения формируемых по данному методу ИДС во многом зависят от влияния отрицательной роли ложных стираний.

Наиболее важным положительным свойством рассмотренных методов формирования ИДС следует считать возможность представления градаций надежности в виде целочисленных значений, а зависимость значений ИДС от знания априорной информации параметров непрерывного канала связи является отрицательным свойством [2].

Сравнительный анализ методов формирования ИДС показал возможность комбинированного применения метода «скользящих окон» совместно с другими методами мягкого декодирования. Одним из направлений в решении данной задачи является синтез устройства защиты от ошибок (УЗО) на базе обработки «прямых» и инверсных ЛРП.

Решение.

Устройство защиты от ошибок на базе обработки «прямых» и инверсных ЛРП

а) последовательное декодирование способами свертки и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне».

УЗО на базе формирования кодового вектора и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне» без дополнительных способов обработки информации рассматривать нецелесообразно, так как эффективность работы такого устройства зависит от величины отрезка ЛРП. Однако, чем больше величина отрезка ЛРП, тем ниже скорость кода. Величина отрезка ЛРП для такого способа кодирования должна быть в несколько раз больше по сравнению с УЗО, в котором применяется несколько способов последовательного кодирования информации, один из которых способ свертки информации.

Принцип работы УЗО с последовательным кодированием способами свертки и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне» от метода «скольз-

ящих окон» в стирающем канале связи отличается тем, что достоверность зачетных импульсов определяется вычислением меры доверия сравнением значений формирующегося кодового со значением каждого принятого импульса.

Если количество импульсов с ошибками в «скользящем окне» превышает допустимое количество в целом, то поиск разреженного пакета ошибок продолжается.

Принцип работы УЗО заключается в обработке «прямых» и инверсных отрезков ЛРП способом рекуррентных соотношений для определения начального состояния ЛРП. На рисунке 2 представлена структурная схема УЗО передачи с последовательным кодированием способами свертки и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне».

В начальный момент времени после пуска включается в работу устройство циклового фазирования УЗО передачи, основными задачами которого является выработка цикловой частоты $F_{\text{ц}}$ на передаче и формирование рекуррентной последовательности, несущей в себе информацию о сигнале времени для приемника.

После цикловой синхронизации с ООД k бит поступают на кодер свертки информации. Информационные символы и r бит свертки последовательным кодом поступают на вход ЛРП1 Фибоначчи, формирующего отрезок ЛРП по закону примитивного полинома $P(x)$. После заполнения с тактовой частотой ЛРП1 первым байтом в качестве частоты продвижения к ЛРП, ОЗУ №1 и реверсивному счетчику подключается $f_{\text{вТ}} = f_{\text{Т}} \cdot 10^2$ и в течение N тактов высокой частоты формируется отрезок ЛРП, который последовательным кодом поступает в ОЗУ1. При поступлении отрезка ЛРП длиной N бит реверсивный счетчик производит счет поступающих импульсов с 0 до N , и вырабатывает сигнал « K_N », по которому из ОЗУ1 параллельным кодом импульсы считываются в ОЗУ №2 и к ЛРП1, ОЗУ №2 и реверсивному счетчику подключается частота $f_{\text{Т}}$. Инверсный отрезок ЛРП последовательным кодом передается в канал связи. Подключенная частота продвижения $f_{\text{Т1}}$ к ЛРП №1 позволяет принять от ООД второй k -блок информации.

Реверсивный счетчик, произведя обратный счет от N до 0, вырабатывает сигнал « K_0 », по которому вновь в качестве частоты продвижения к ЛРП, ОЗУ №1 и реверсивному счетчику подключается $f_{\text{в}} = 10^2 f_{\text{Т1}}$ и в течение N тактов высокой частоты формируется второй отрезок ЛРП, и цикл работы УЗО передачи повторяется.

На приеме (рис. 3) в начальный период времени работы УЗО приема осуществляется его цикловая синхронизация по УЗО передачи противоположной станции, которая обеспечивает формирование $F_{\text{ц}}$.

После чего УЗО приема переходит в режим непрерывного декодирования информации. Прием инверсной ЛРП длиной N бит осуществляет ЛРП1. В отличие от устройства передачи на приеме применяется ЛРП Галуа, для которого инверсная ЛРП является «прямой».

Получив задержку в ЛРП1 импульсы по его обратной петле поступают на схему сложения по модулю 2 и сравниваются с импульсами ЛРП из канала связи. Результаты сравнения с первой схемы сравнения по модулю 2 подаются в счетчик на s подряд идущих совпадений. Счетчик совпадений, насчитав s совпадений, вырабатывает сигнал « K_{01} », по которому замыкаются контакты переключателя №2, сигнал « K_{01} » в виде логической «1» записывается в линию задержки на $m - c$ бит.

Через контакты замкнутого ключа №2 результаты сравнения поступают на вторую схему сравнения по модулю 2, которая выполняет функцию управляемого инвертора, т.е. если в результате сравнения появляется логическая «1», то входящий импульс из канала связи меняет свое значение на противоположное как ошибочное. Таким образом, искусственно на протяжении всего анализа отрезка ЛРП в ЛРП1 формируется правильный кодовый вектор для каждого такта ЛРП на приеме. Через $m - c$ тактов на выходе ЛЗ логическая «1» замыкает ключ №3, гарантируя тем самым полное заполнение ЗУ на $m - c$ бит сведениями об ошибках на избыточной части линейного усеченного кода, которым является «зачетный отрезок» (ЗОТ). Если в процессе анализа ЛРП окажется, что количество выявленных и исправленных ошибок

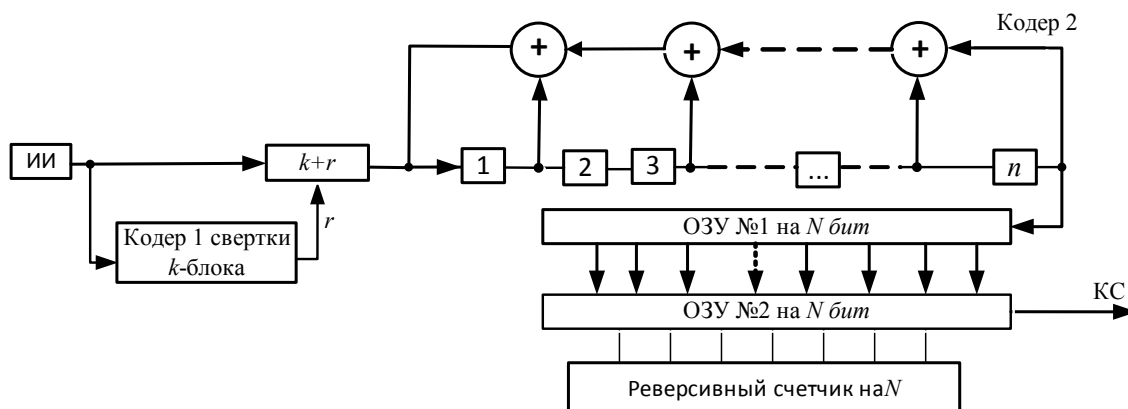


Рис. 2. Структурная схема УЗО передачи с последовательным кодированием способами свертки и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне».

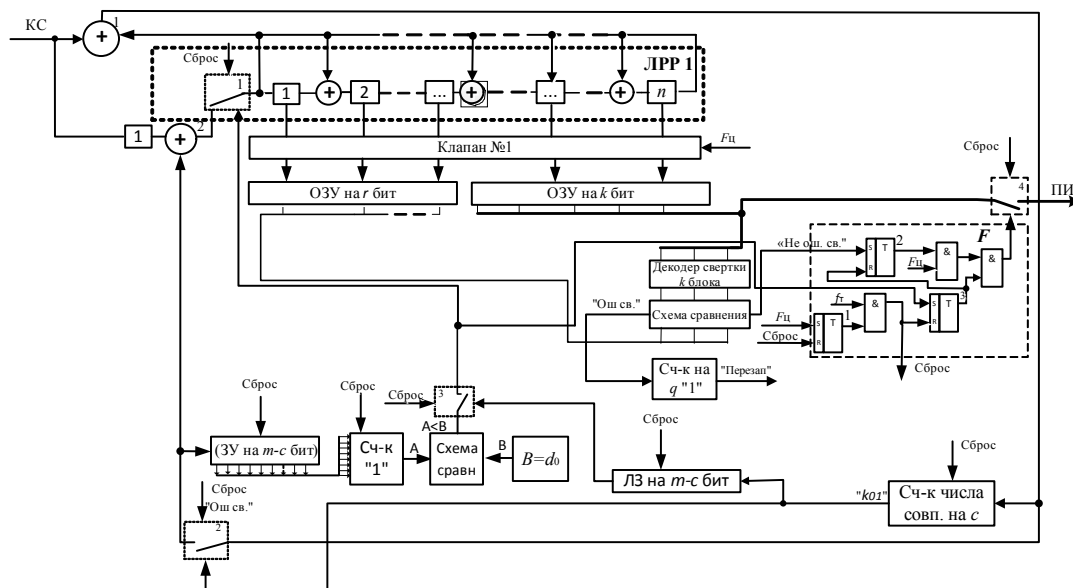


Рис. 3. Структурная схема УЗО приема с последовательным кодированием способами свертки и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне».

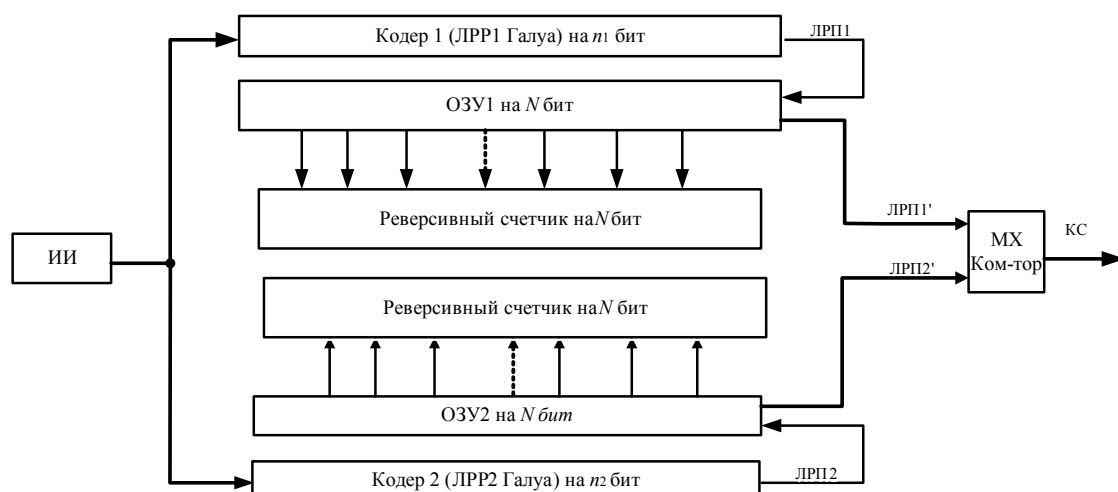


Рис. 4. Функциональная схема кодера на базе последовательной обработки двух инверсных отрезков ЛРП, связанных между собой фазой.

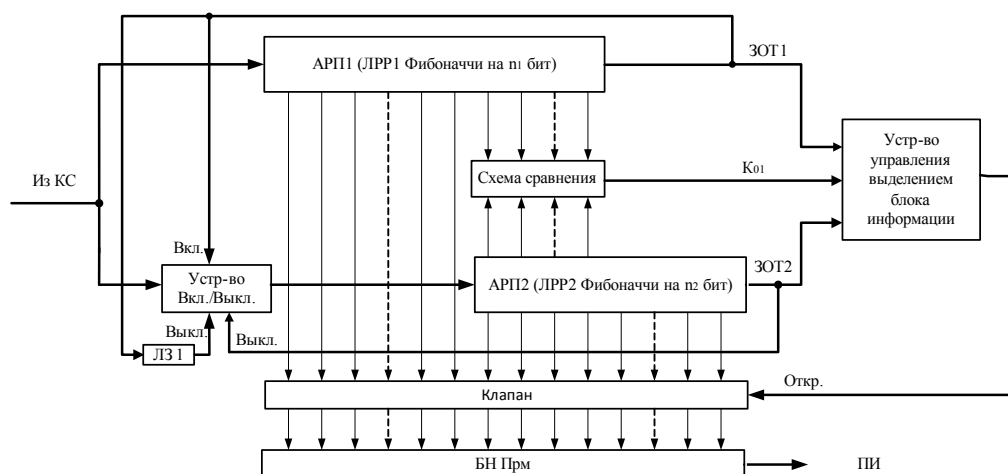


Рис. 5. Функциональная схема декодера на базе последовательной обработки двух инверсных отрезков ЛРП, связанных между собой фазой.

не превышает $d_0 - 1$, то сигнал $A \leq B$ со схемы сравнения через замкнутые контакты ключа №3 замкнет ключ №1 и ЛРР1 перейдет в автономный режим работы вырабатывать импульсы $F_{\text{ц}}$.

После появления первого импульса цикловой частоты устройством F вырабатывается сигнал «Сброс», по которому анализатор рекуррентной последовательности возвращается в исходное положение. При выделении первого импульса цикловой частоты работы декодера в ЛРР1 на приеме обнаружено начальное состояние ЛРР1 передачи. Полученное значение параллельным кодом через открытый клапан переписывается в ОЗУ на r и k бит соответственно.

Информация о свертке k -блока с ОЗУ на r бит поступает на схему сравнения, где сравнивается с полученной сверткой из декодера свертки. Если схема сравнения не находит различий, то считается, что декодирование k -блока произведено успешно. По управляющему сигналу из устройства управления выводом информации F ключ №4 замыкается. Через замкнутые контакты ключа №4 информация параллельным кодом опрашивается в приемник информации.

Если в процессе обработки отрезка ЛРП не произойдет перевода ЛРР1 в автономный режим работы или схема сравнения не найдет полного совпадения, ключ № 4 останется разомкнутым и регистрации информации приемником не произойдет. В случае неприема декодером информации q циклов счетчик подряд идущих «1» формирует сигнал перезапуска, по которому производится восстановление цикловой синхронизации УЗО передачи и приема двух станций.

б) Последовательное декодирование двух «инверсных» отрезков ЛРП, связанных между собой фазой.

Помехоустойчивые способы кодирования информации на базе формирования кодового вектора и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне» можно применять только в синхронных системах передачи информации, где перед началом работы УЗО обеспечивается цикловой синхронизацией. Применение же этих способов в асинхронных системах связано с необходимостью определять начало и конец обработки каждого отрезка ЛРП на приеме.

Примером универсального способа кодирования информации, который можно применить как в синхронных, так и в асинхронных системах передачи является последовательное декодирование двух «инверсных» отрезков ЛРП, связанных между собой фазой.

Повышение достоверности передаваемой информации обеспечивается за счет потенциальной избыточности, создаваемой на передаче при формировании отрезков ЛРП, с взаимозависимой раздельной передачей частей информационного блока. Данные способы строятся на последовательной передаче нескольких частей одного информационно-

го блока с небольшим перекрытием и применением свойств линейных рекуррентных регистров по обработке прямых и инверсных ЛРП.

Разбиение информационного блока длиной n на несколько частей ведет к уменьшению величины линейного рекуррентного регистра, а значит, и к значительному уменьшению величины безыскаженного участка на ЛРП.

На рисунке 4 приведен пример функциональной схемы кодирования информации на базе обработки прямых и инверсных ЛРП, где применяются два ЛРР разной величины, вырабатывающие отрезки ЛРП по разным законам.

В состав схемы входят два кодера, которые представляют собой линейные рекуррентные регистры Галуа на n_1 и n_2 разрядов соответственно, причем $n > n_1 \neq n_2$. Два ОЗУ на N_1 и N_2 бит соответственно с реверсивными счетчиками предназначены для формирования из отрезков прямых ЛРП инверсных, которые затем поочередно передаются по каналу связи через мультиплексор-коммутатор.

После заполнения информационными импульсами вход кодеров 1 и 2 отключаются от ИИ и кодеры переходят в режим выработки ЛРП. Время выработки ЛРП1 в два раза больше, чем у ЛРП2. Это необходимо, чтобы отрезки ЛРП1 и ЛРП2 передавались по каналу связи последовательно, но в одной фазе по отношению друг к другу.

Приемное (декодирующее) устройство в своем составе содержит два анализатора рекуррентных последовательностей АРП1 и АРП2 (рис. 5), которые представляют из себя ЛРР Фибоначчи и преобразуют поступающую информацию по законам соответственно ЛРР1 и ЛРР2 на передаче.

В случае выделения «зачетных отрезков» АРП1 и АРП2 приемник обеспечивает узнавание синхросылки и синхронное «зеркальное» преобразование информации в них по отношению процессу выработки отрезков ЛРП1 и ЛРП2 на передаче. Устройство «Вкл./Выкл.» коммутирует вход АРП2 к каналу связи после выделения «зачетного отрезка» АРП1. Линия задержки ЛЗ 1 определяет время, за которое АРП2 при обработке инверсного отрезка ЛРП2' должен успеть выделить «зачетный отрезок» и перейти в автономный режим работы.

Схема сравнения обеспечивает поиск комбинаций в АРП1 и АРП2, которые были исходными для начальных состояний ЛРР1 и ЛРР2 соответственно на передаче. Устройство управления выделением информационного блока при наличии трех сигналов «ЗОТ1», «ЗОТ2» и «КО1» формирует команду, по которой производится считывание информационного блока параллельным кодом из АРП1 и АРП2 через открытый клапан в буферный накопитель приема и из накопителя последовательным кодом в приемник информации.

К достоинствам предложенного способа кодирования можно отнести возможность его применения комбинировано вместе со всеми рассмотренными

способами по повышению помехоустойчивости метода «зачетного отрезка», а также низкую вероятность приема информационного блока с ошибками.

Оценка эффективности группового кода при различных способах вероятностного декодирования

Все разработанные способы помехозащищенного кодирования объединяет применение в них основных вероятностных методов кодирования информации, в которых наряду со способом обработки ЛРП методом рекуррентных соотношений применяются способы формирования кодового вектора, выделения зачетных импульсов в «скользящем окне», итеративного кодирования информации.

Поэтому для оценки эффективности кодирования разработанных УЗО необходимо оценить помехоустойчивость кода, тем более что эти показатели связаны между собой.

Для оценки помехоустойчивости УЗО в целом дадим оценку на каждом этапе декодирования информации.

На первом этапе производится поиск кодового вектора анализатором ЛРП. Величина выделяемого кодового вектора на приеме, с одной стороны, влияет на вероятность пропуска отрезка ЛРП и, с другой стороны, на вероятность ложного выделения кодового символа. Увеличение значения кодового вектора влечет за собой возможность потери передаваемого символа из-за потока ошибок в канале связи. Чрезмерное уменьшение длины кодового вектора повышает вероятность формирования ложного кодового вектора на первом этапе анализа и ограничивает величину кода максимальной длины и соответственно отрезка ЛРП.

Таким образом, вероятность выделения кодового вектора на ЛРП определяется как вероятность выделения усеченного зачетного отрезка величиной $n + c$ бит и определяется формулой

$$P_{\text{фкв}} \geq 1 - \left[1 - (1 - p_{\text{ош}})^{n+c} \right]^{\frac{N-n_0}{n+c}}, \quad (1)$$

где N – длина отрезка ЛРП; $n + c$ – длина кодового вектора; n_0 – размер «скользящего окна» [2].

На втором этапе анализа отрезка ЛРП проверяется правильность формирования выделенного кодового вектора по его свертке, которая определяется следующим выражением

$$P_{\text{пв.фкв}} \geq 1 - \frac{1}{2^r} \cdot \frac{1}{2^{n+c}}, \quad (2)$$

где $r = n - k$ – число разрядов проверки операции свертки.

На третьем этапе производится выделение зачетных импульсов в «скользящем окне» с целью окончательного определения похожести принимаемых импульсов отрезка ЛРП по отношению к формируемому кодовому вектору. Если за оставшийся период цикла приема информации будет найден участок, на котором количество искаженных импульсов в

«скользящем окне» длиной n_0 не превысит $d_0 - 1$ ошибок, то с высокой вероятностью можно утверждать, что анализируемая информация, несмотря на имеющиеся ошибки, является одним из ожидаемых отрезков ЛРП.

По теореме сложения вероятностей совместных событий вероятность обнаружения в «скользящем окне» искаженных импульсов хотя бы одной n_0 -ой части зачетного отрезка, не превышающая допустимое количество, путем полного перебора на участке ЛРП длиной $N - (n + c) - 1$ бит вычисляется по формуле

$$P(N - (n + c)) = P_{n_0}(x \leq d_0 - 1) \sum_{k=0}^{N-(n+c)-1} (1 - P_{n_0}(x \leq d_0 - 1))^k, \quad (3)$$

где $N - (n + c) - 1$ – остаток отрезка ЛРП после выделения на нем формирующего кодового вектора; $P_{n_0}(x \leq d_0 - 1)$ – вероятность выделения второй части зачетного отрезка величиной n_0 с количеством исправленных искажений, не превышающим $d_0 - 1$.

Величина «скользящего окна» корректируется исходя из значения n_0 .

Таким образом, вероятность успешного декодирования отрезка ЛРП для двух способов декодирования (рис. 5 и 6) определяется выражением

$$P_{\text{п.дк}} = P_{\text{пв.фвк}} \cdot P(N - (n + c)). \quad (4)$$

Для третьего способа декодирования информации (рис. 5) вероятность правильного декодирования определяется выражением

$$P_{\text{п.дк}} = 1 - (P_{\text{офс}} + P_{\text{опд}} \cdot P_{\text{опс2}} \cdot P_{\text{сх.ср}}) \quad (5)$$

где $P_{\text{офс}}$ – вероятность неприема фазового сигнала; $P_{\text{оп.дк1}}$ – вероятность невыделения или ложного выделения «зачетного отрезка» на первом этапе приема ЛРП1; $P_{\text{оп.дк2}}$ – вероятность невыделения или ложного выделения «зачетного отрезка» на втором этапе приема; $P_{\text{сх.ср}}$ – вероятность необнаружения (или ложного обнаружения) совпадения участков величиной r бит в АРП1 и АРП2.

Скорость передачи кода соответственно для первого и второго способов декодирования информации определяется выражением

$$R = \frac{k}{N}, \quad (6)$$

где $k = n - r$ – число информационных разрядов декодируемых на отрезке ЛРП длиной N бит.

Скорость передачи кода для третьего способа декодирования информации вычисляется по формуле

$$R = \frac{k_1 + k_2 - r}{N_1 + N_2}, \quad (7)$$

где $k_1 + k_2 - r$ – число информационных разрядов, декодируемых в АРП1 и АРП2, с учетом перекрытия информационных разрядов на величину r ; N_1 – число разрядов на отрезке ЛРП1; N_2 – число разрядов на отрезке ЛРП2.

Заключение

Таким образом, исходя из полученных выражений (6) и (7) можно определить, что у первых двух способов декодирования отрезков ЛРП скорость кода выше по сравнению со способом последовательной обработки двух инверсных отрезков ЛРП, связанных между собой фазой.

Однако третий способ декодирования отрезков ЛРП выглядит предпочтительнее в случае защиты от ложного получения информации при декодировании отрезков ЛРП по сравнению с последовательным ко-

дированием способами свертки и выделения зачетных импульсов в «скользящем окне».

Оптимальное соотношение параметров УЗО, обеспечивающих высокие помехоустойчивость и скорость кодирования, – направление дальнейших исследований в области нахождения границ минимально возможной блоковой длины путем произвольно расположенного сечения всех его комбинаций n_0 на коде максимальной длины, для которой существует код размерности k_c максимально возможным расстоянием d_0 .

Библиографический список

1. Гладких А. А. Основы теории мягкого декодирования избыточных кодов в стирающем канале связи. Ульяновск: УлГТУ, 2010.
2. Гребенев С.В., Дроздов И.А., Семкин С.Н. и др. Системы документальной связи: учебное пособие. В 3 ч. Ч. 1. Основы построения сетей специальной документальной связи. Орел: Академия ФСО России, 2008.
3. Когновицкий О.С., Сюрин В.Н. Метод передачи данных, кодируемых изменением фазы псевдослучайной последовательности. Системы и аппаратура передачи данных. М.: ЦНИИС, 1981. С. 14–22.
4. Осмоловский С. А. Стохастические методы передачи данных. М.: Радио и связь, 1991.

References

1. Gladkih A.A. Theory grounds of soft-decision decoding of redundant codes in erasure communication channel. Uljanovsk: UIGTU, 2010.
 2. Grebenev S.V., Drozdov I.A., Sjomkin S.N. and others. Document communication systems: tutorial. In 3 p. P. 1. Construction foundations of special document communication networks. Orel: The Russian FSO Academy, 2008.
 3. Kognovitsky O.S., Sjurin V.N. Transmission technique of data coded by phase changing pseudorandom sequence. Systems and equipment of data transmission. M.: CSRIC, 1981. P. 14-22.
 4. Osmolovsky S.A. Stochastic method of data transmission. M.: Radio and communication, 1991.
-
-

УДК 532.546

UDC 532.546

Ю.С. ФЕДЯЕВ

Y.S. FEDYAEV

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики Орловского государственного университета
E-mail: FedyaevYS@gmail.com

candidate of physics and mathematics sciences, associate Professor of the Department of computer science Orel State University
E-mail: FedyaevYS@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЯЗКОСТЕЙ В АНИЗОТРОПНОМ СЛОЕ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ, ОГРАНИЧЕННОМ НЕПРОНИЦАЕМОЙ ГРАНИЦЕЙ[®]

MATHEMATICAL MODELING OF EVOLUTION OF THE INTERFACE BETWEEN FLUIDS OF DIFFERENT VISCOSITIES IN ANISOTROPIC LAYER POROUS MEDIUM WITH IMPENETRABLE BOUNDARY

Исследуется плоскопараллельная задача эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в однородном анизотропном слое пористой среды. Область фильтрации ограничена прямолинейной непроницаемой границей. Задача сводится к решению системы интегрального и дифференциальных уравнений. Построен численный алгоритм решения этих уравнений на основе метода дискретных особенностей. Исследована эволюция границы раздела жидкостей различных вязкостей в эксплуатационной скважине.

Ключевые слова: математическое моделирование, плоскопараллельная фильтрация, модель «поршневого» вытеснения, анизотропная пористая среда, непроницаемая граница.

We study the problem of plane-parallel evolution of the interface between fluids of different viscosities in a homogeneous anisotropic layer of a porous medium. Filtration area limits the impenetrable boundary. The problem is reduced to solving a system of integral and differential equations. A numerical algorithm for solving these equations is based on the method of discrete singularities. The evolution of the interface between fluids of different viscosities to a production well.

Keywords: mathematical modelling, two-phase Hele-Shaw problem, plane-parallel filtering, anisotropic porous medium, impenetrable boundary.

1. Постановка задачи на физической плоскости

Плоскопараллельную стационарную фильтрацию несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном анизотропном слое пористой среды постоянной толщины $H = 1$ с тензором проницаемости $K = (K_{ij})$, $i, j = 1, 2$ описывают обобщенный потенциал ϕ и функция тока ψ . Они удовлетворяют в области фильтрации D (за исключением особых точек течения) системе уравнений [1]:

$$\begin{aligned} v_x &= K_{11} \frac{\partial \phi}{\partial x} + K_{12} \frac{\partial \phi}{\partial y} = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \\ v_y &= K_{21} \frac{\partial \phi}{\partial x} + K_{22} \frac{\partial \phi}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x}. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Здесь: x, y – декартовы координаты в плоскости основания слоя; v_x, v_y – компоненты скорости фильтрации. Обобщенный потенциал $\phi = -(p + \rho\Pi)/\mu$, где p – давление, μ – динамическая вязкость жидкости, ρ – плотность жидкости, Π – потенциал массовой силы. Компоненты тензора проницаемости слоя K_{ij} – постоянные величины.

Уравнения (1.1) записаны в безразмерном виде. Система уравнений (1.1) относится к эллиптическо-

му типу, если

$$K_{11} > 0, \quad |K_s| = K_{11}K_{22} - (K_{12} + K_{21})^2/4 > 0, \quad (1.2)$$

где $|K_s|$ – определитель симметричной части тензора K .

Поставим двумерную задачу эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей Γ_t на комплексной плоскости $z = x + iy$ (физической плоскости). Полагаем, что область фильтрации D ограничивает непроницаемая граница L . Она является прямой линией и совпадает с осью Ox . Течение жидкости происходит в верхней полуплоскости ($y > 0$). Его описывают обобщенный потенциал и функция тока, которые зависят от координат и времени t (t – параметр). На границе L должно выполняться условие [1]

$$\psi^+(z, t) = \text{const}, \quad z \in L. \quad (1.3)$$

Здесь и далее знак «+» («-») означает предельное значение функции при подходе к границе L со стороны (противоположной стороны) орта нормали к ней. Нормаль к границе L направлена внутрь области D .

Граница Γ_t делит область фильтрации D на части D_1 и D_2 ($D = D_1 \cup D_2$). В области D_1 движет-

ся жидкостью вязкости μ_1 , а в области D_2 – жидкостью вязкости μ_2 . Плотности жидкостей одинаковы. Полагаем, что при движении одна жидкость полностью замещает другую (модель «поршневого» вытеснения) и на границе раздела жидкостей капиллярные силы пренебрежимо малы. Тогда условия непрерывности давления и расхода жидкости примут вид [2]:

$$\mu_1 \phi^+(z, t) = \mu_2 \phi^-(z, t), \quad \psi^+(z, t) = \psi^-(z, t), \quad z \in \Gamma_t. \quad (1.4)$$

Здесь орт нормали к Γ_t направлен внутрь области D_1 .

Если область D имеет бесконечно удалённую точку $z = \infty$ и обобщённый потенциал $\phi(z, t)$ не содержит там особых точек, то $\phi(z, t)$ должен быть регулярным в бесконечности [2]:

$$\phi(z, t) = O(|z|^{-1}), \quad |\nabla \phi(z, t)| = O(|z|^{-2}) \quad \text{при } |z| \rightarrow \infty. \quad (1.5)$$

Положение границы Γ_t на плоскости z в любой момент времени $t > 0$ задаём параметрическим уравнением (s – параметр)

$$z = z(t, s) \quad (x = x(t, s), \quad y = y(t, s)), \quad z \in \Gamma_t. \quad (1.6)$$

В начальный момент времени $t = 0$ положение границы Γ_t известно

$$z_0 = z(0, s) \quad (x_0 = x(0, s), \quad y_0 = y(0, s)), \quad z_0 \in \Gamma_0. \quad (1.7)$$

Дифференциальное уравнение движения границы Γ_t имеет вид [2]

$$\frac{dz}{dt} = \frac{v^+(z, t) + v^-(z, t)}{2}, \quad z \in \Gamma_t. \quad (1.8)$$

Здесь $v^\pm(z, t)$ – предельные значения комплексной скорости фильтрации $v(z, t) = v_x(x, y, t) + i v_y(x, y, t)$.

Задача эволюции границы Γ_t ставится на физической плоскости z следующим образом. Задано положение границы Γ_0 , потенциал массовой силы $\Pi(z, t)$, плотность ρ и вязкости μ_1, μ_2 жидкостей, тензор проницаемости K . Необходимо найти положение границы Γ_t (1.6) при $t > 0$. Решение задачи состоит в интегрировании дифференциального уравнения (1.8) при начальном условии (1.7). Для нахождения скорости фильтрации $v(z, t)$ необходимо отыскать обобщённый потенциал $\phi(z, t)$ и функцию тока $\psi(z, t)$, которые удовлетворяют уравнениям (1.1) и условиям (1.3)–(1.5).

2. Формулировка задачи на вспомогательной плоскости

Поставленную задачу эволюции границы раздела жидкостей сформулируем на вспомогательной плоскости $\zeta = \xi + i\eta$ [1]. Это позволяет упростить систему уравнений (1.1), приведя её к каноническому виду. На плоскости ζ течение в области D' ($D' = D'_1 \cup D'_2$) характеризует обобщённый потенциал $\phi(\zeta, t)$ и функция тока $\psi(\zeta, t)$. Область D' свя-

зана с областью D преобразованием

$$\zeta = z + \kappa \bar{z} \quad (z = (\zeta - \kappa \bar{\zeta})/J). \quad (2.1)$$

Здесь

$\kappa = [K_{22} - K_{11} - i(K_{12} + K_{21})] / (K_{22} + K_{11} + 2\sqrt{|K_s|})$ – комплексная постоянная,

$J = |\partial \zeta / \partial z|^2 - |\partial \bar{\zeta} / \partial z|^2 = 1 - |\kappa|^2$ – якобиан преобразования. Из условий (1.2) следует, что $|\kappa| < 1$ и $J > 0$. Преобразование (2.1) аффинное и оставляет начало координат и бесконечно удалённую точку плоскостей z и ζ неподвижными.

На вспомогательной плоскости ζ уравнения (1.1) принимают канонический вид:

$$\begin{aligned} v_\xi &= \sqrt{|K_s|} \frac{\partial \phi}{\partial \xi} + \sqrt{|K_a|} \frac{\partial \phi}{\partial \eta} = \frac{\partial \psi}{\partial \eta}, \\ v_\eta &= -\sqrt{|K_a|} \frac{\partial \phi}{\partial \xi} + \sqrt{|K_s|} \frac{\partial \phi}{\partial \eta} = -\frac{\partial \psi}{\partial \xi}. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Здесь $|K_a| = [(K_{12} - K_{21})/2]^2$ – определитель антисимметричной части тензора проницаемости K , v_ξ и v_η – компоненты вектора скорости фильтрации $v(\zeta, t) = v_\xi(\xi, \eta, t) + i v_\eta(\xi, \eta, t)$ на плоскости ζ .

Система уравнений (2.2) относится к эллиптическому типу, если $\sqrt{|K_s|} > 0$, $|K_s| + |K_a| = |K| > 0$ ($|K|$ – определитель тензора K). При этом $\sqrt{|K_a|} = (K_{12} - K_{21})/2$ может принимать как положительные (при $K_{12} > K_{21}$), так и отрицательные (при $K_{12} < K_{21}$) значения.

Граница L преобразуется на плоскости ζ в прямую L' , уравнение которой [1]

$$\zeta = e^{i\theta_0} \quad (\eta = \xi \operatorname{tg} \theta_0), \quad (2.3)$$

где $\operatorname{tg} \theta_0 = b/(1+a)$, θ_0 – угол наклона прямой L' к оси $O\xi$, $a = \operatorname{Re} \kappa$, $b = \operatorname{Im} \kappa$.

Перейдём на плоскость $\zeta_1 = \xi_1 + i\eta_1$, используя конформное преобразование поворота на угол θ_0 против часовой стрелки

$$\zeta_1 = \zeta e^{-i\theta_0} \quad (\zeta = \zeta_1 e^{i\theta_0}). \quad (2.4)$$

Граница L' (2.3) на плоскости ζ_1 совпадёт с осью $O\xi_1$. Условия (1.4) и (1.5) примут вид:

$$\zeta_1 = \zeta_1(t, s) \quad (\xi_1 = \xi_1(t, s), \quad \eta_1 = \eta_1(t, s)), \quad \zeta_1 \in \Gamma'_t, \quad (2.5)$$

$$\zeta_{10} = \zeta_1(0, s) \quad (\xi_{10} = \xi_1(0, s), \quad \eta_{10} = \eta_1(0, s)), \quad \zeta_{10} \in \Gamma'_0, \quad (2.6)$$

где Γ'_t и Γ'_0 – образы границ Γ_t и Γ_0 .

Введём на плоскости ζ_1 комплексный потенциал течения

$$W(\zeta_1, t) = \phi(\zeta_1, t) + i \frac{\psi(\zeta_1, t)}{P}, \quad (2.7)$$

где $P = \sqrt{|K_s|} - i\sqrt{|K_a|}$ – комплексная постоянная.

Функция $W(\zeta_1, t)$ – аналитическая в области D' за исключением особых точек.

Учтём особые точки течения и представим ком-

плексный потенциал (2.7) в виде

$$W(\zeta_1, t) = W_0(\zeta_1, t) + W_*(\zeta_1, t). \quad (2.8)$$

Здесь $W_0(\zeta_1, t) = \phi_0(\zeta_1, t) + i\psi_0(\zeta_1, t)/P$ – заданный комплексный потенциал, который описывает течение на плоскости ζ_1 ($\eta_1 > 0$) жидкости вязкости $\mu = 1$ и плотности $\rho = 1$ в слое с тензором проницаемости K , $W_*(\zeta_1, t) = \phi_*(\zeta_1, t) + i\psi_*(\zeta_1, t)/P$ – комплексный потенциал возмущений, обусловленных различием физических свойств жидкостей. Для $W_0(\zeta_1, t)$ выполняется граничное условие (1.3). Источники (стоки) течения моделируют изолированными особыми точками $W_0(\zeta_1, t)$, которые располагаются произвольно и могут включать бесконечно удалённую точку [2].

Используя формулу (2.8), преобразования (2.1) и (2.4), запишем условия (1.3) и (1.4) для функций $\phi_*(\zeta_1, t)$, $\psi_*(\zeta_1, t)$:

$$\psi_*(\zeta_1, t) = \text{const}, \quad \zeta_1 \in L', \quad (2.9)$$

$$\mu_1 \phi_*(\zeta_1, t) - \mu_2 \phi_*(\zeta_1, t) = (\mu_2 - \mu_1) \phi_0(\zeta_1, t),$$

$$\psi_*(\zeta_1, t) = \psi_-(\zeta_1, t), \quad \zeta_1 \in \Gamma'_t. \quad (2.10)$$

Если область D' имеет бесконечно удалённую точку, то комплексный потенциал возмущений $W_*(\zeta_1, t)$ не содержит там особых точек (они входят в $W_0(\zeta_1, t)$). Поэтому для $\phi_*(\zeta_1, t)$ должно выполняться условие регулярности (1.5)

$$\varphi_*(\zeta_1, t) = O(|\zeta_1|^{-1}), \quad |\nabla \varphi_*(\zeta_1, t)| = O(|\zeta_1|^{-2})$$

при $|\zeta_1| \rightarrow \infty$. (2.11)

Представим скорость $v_1(\zeta_1, t)$ согласно (2.8) в виде

$$v_1(\zeta_1, t) = v_{10}(\zeta_1, t) + v_{1*}(\zeta_1, t), \quad (2.12)$$

где компоненты скорости $v_{10}(\zeta_1, t)$ и $v_{1*}(\zeta_1, t)$ выражаются через функции $\phi_0(\zeta_1, t)$, $\psi_0(\zeta_1, t)$ и $\phi_*(\zeta_1, t)$, $\psi_*(\zeta_1, t)$ по формулам (2.2). Учитывая, что предельные значения $v_{10}^\pm(\zeta_1, t) \equiv v_{10}(\zeta_1, t)$, $\zeta_1 \in \Gamma'_t$, уравнение (1.8) запишем в виде

$$\frac{d\zeta_1}{dt} = Jv_{10}(\zeta_1, t) + J \frac{v_{1*}^+(\zeta_1, t) + v_{1*}^-(\zeta_1, t)}{2}, \quad \zeta_1 \in \Gamma'_t. \quad (2.13)$$

Исследование задачи на вспомогательной плоскости ζ_1 сводится к интегрированию дифференциального уравнения движения границы (2.13) с начальным условием (2.6). При этом для нахождения скорости возмущения необходимо отыскать комплексный потенциал возмущений $W_*(\zeta_1, t)$ (функции $\phi_*(\zeta_1, t)$, $\psi_*(\zeta_1, t)$), который удовлетворяет уравнениям (2.2) и условиям (2.9)-(2.11). По найденному уравнению границы Γ'_t на вспомогательной плоскости ζ_1 (2.5) определяем её положение на физической плоскости z , используя преобразования (2.1) и (2.4).

3. Сведение задачи к решению системы уравнений

Полагаем, что в каждый момент времени $t \geq 0$ граница раздела жидкостей Γ_t является простой (без самопересечений) гладкой кривой. Следуя [3], комплексный потенциал возмущений $W_*(\zeta_1, t)$ представим интегралом типа Коши по гладкой кривой Γ'_t

$$W_*(\zeta_1, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma'_t} \frac{f(\tau, t)}{\tau - \zeta_1} d\tau - \frac{f(\tau, t)}{\bar{\tau} - \zeta_1} d\bar{\tau}, \quad \zeta_1 \in D', \quad (3.1)$$

где $f(\tau, t)$ – вещественная, непрерывная функция. Продолжив непрерывно комплексный потенциал (3.1) на кривую Γ'_t получим его предельные значения

$$W_*^\pm(\zeta_1, t) = W_*(\zeta_1, t) \pm \frac{f(\zeta_1, t)}{2}, \quad \zeta_1 \in \Gamma'_t. \quad (3.2)$$

Здесь интеграл в $W_*(\zeta_1, t)$ понимается в смысле главного значения по Коши.

Функция (3.1) удовлетворяет условию в бесконечности (2.11) и условию (2.9) на непроницаемой границе. Подставив предельные значения (3.2) в граничные условия (2.10), получим, что второе из условий выполняется, а из первого имеем интегральное уравнение для функции $f(\zeta_1, t)$

$$f(\zeta_1, t) - \frac{\lambda}{\pi} \int_{\Gamma'_t} f(\tau, t) \Omega(\tau, \zeta_1) d\ell_\tau = 2\lambda \phi_0(\zeta_1, t),$$

$\zeta_1 \in \Gamma'_t$, (3.3)

где параметр $\lambda = (\mu_2 - \mu_1)/(\mu_2 + \mu_1)$, $\lambda \in (-1, 1)$,

$$\Omega(\tau, \zeta_1) = \frac{\partial}{\partial \ell_\tau} \left[\arg(\tau - \zeta_1) - \arg(\bar{\tau} - \zeta_1) - \frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}} \ln \frac{|\tau - \zeta_1|}{|\bar{\tau} - \zeta_1|} \right].$$

Используя формулы (2.2) и выражение (3.1), находим сопряжённую скорость возмущения и её предельные значения [2]

$$\bar{v}_{1*}(\zeta_1, t) = \frac{|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}i} \times$$

$$\times \int_{\Gamma'_t} \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \tau} \frac{d\tau}{\tau - \zeta_1} - \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \bar{\tau}} \frac{d\bar{\tau}}{\bar{\tau} - \zeta_1}, \quad \zeta_1 \in D',$$

$$\bar{v}_{1*}^\pm(\zeta_1, t) = \bar{v}_{1*}(\zeta_1, t) \pm \frac{|K|}{2\sqrt{|K_s|}} \frac{\partial f(\zeta_1, t)}{\partial \zeta_1}, \quad \zeta_1 \in \Gamma'_t. \quad (3.4)$$

Подставляя значения (3.4) в уравнение (2.13), получаем два вещественных дифференциальных уравнения движения границы Γ'_t на вспомогательной плоскости ζ_1 :

$$\frac{d\xi_1}{dt} = Jv_{10\xi} + \frac{J|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \int_{\Gamma'_t} \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \ell_\tau} V_{*\xi}(\tau, \zeta_1) d\ell_\tau,$$

$$\frac{d\eta_1}{dt} = Jv_{10\eta} + \frac{J|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \int_{\Gamma'_t} \frac{\partial f(\tau, t)}{\partial \ell_\tau} V_{*\eta}(\tau, \zeta_1) d\ell_\tau,$$

$\zeta_1 = \xi_1 + i\eta_1 \in \Gamma'_t$. (3.5)

Здесь $v_{10}(\zeta_1, t) = v_{10\xi}(\xi_1, \eta_1, t) + i v_{10\eta}(\xi_1, \eta_1, t)$ – невозмущённое поле скоростей. Функции $V_{\xi}(\tau, \zeta_1)$ и $V_{\eta}(\tau, \zeta_1)$ имеют вид:

$$\begin{aligned} V_{\xi}(\tau, \zeta_1) &= -V_{1\eta}(\tau, \zeta_1) - V_{1\eta}^*(\tau, \zeta_1), \\ V_{\eta}(\tau, \zeta_1) &= V_{1\xi}(\tau, \zeta_1) - V_{1\xi}^*(\tau, \zeta_1), \\ V_{1\xi}(\tau, \zeta_1) &= \frac{\xi_{\tau} - \xi_1}{(\xi_{\tau} - \xi_1)^2 + (\eta_{\tau} - \eta_1)^2}, \\ V_{1\xi}^*(\tau, \zeta_1) &= \frac{\xi_{\tau} - \xi_1}{(\xi_{\tau} - \xi_1)^2 + (\eta_{\tau} + \eta_1)^2}, \\ V_{1\eta}(\tau, \zeta_1) &= \frac{\eta_{\tau} - \eta_1}{(\xi_{\tau} - \xi_1)^2 + (\eta_{\tau} - \eta_1)^2}, \\ V_{1\eta}^*(\tau, \zeta_1) &= \frac{\eta_{\tau} + \eta_1}{(\xi_{\tau} - \xi_1)^2 + (\eta_{\tau} + \eta_1)^2}, \end{aligned}$$

где $\tau = \xi_{\tau} + i\eta_{\tau}$.

Таким образом, исследование задачи эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей сводится к решению системы уравнений (3.3), (3.5) при начальном условии (2.6).

4. Численное решение задачи

Решим систему уравнений (3.3), (3.5) численно на основе метода дискретных особенностей [4]. Считаем, что положение границы Γ'_i в каждый момент времени t_p , $p = 0, 1, \dots$ задаётся множеством точек ζ_{li}^p , $i = 1, 2, \dots, m$, координаты которых обозначим $E_{\Gamma'_i}^p = \{\xi_{li}^p, \eta_{li}^p, i = 1, 2, \dots, m\}$. Тогда начальное условие (2.6) примет вид

$$\Gamma'_0 : \{\xi_{li}^0, \eta_{li}^0, i = 1, 2, \dots, m\}. \quad (4.1)$$

При этом точки ζ_{li}^0 , $i = 1, 2, \dots, m$ разбивают границу Γ'_0 равномерно по длине на m частей.

Запишем интегральное уравнение (3.3) в момент времени t_p в каждой точке ζ_{li}^p , $i = 1, 2, \dots, m$:

$$f(\zeta_{li}^p, t_p) - \frac{\lambda}{\pi} \int_{\Gamma'_i} f(\tau, t_p) \Omega(\tau, \zeta_{li}^p) d\ell_{\tau} = 2\lambda\phi_0(\zeta_{li}^p, t_p), \quad \zeta_{li}^p \in E_{\Gamma'_i}^p. \quad (4.2)$$

Интеграл в (4.2) понимают в смысле главного значения по Коши. Вычислим этот интеграл по формуле типа прямоугольников [4]. Получаем систему линейных алгебраических уравнений

$$f_i^p - \frac{\lambda}{\pi} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m f_j^p \Omega_{ij} = 2\lambda\phi_{0i}^p, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (4.3)$$

Здесь $f_i^p = f(\zeta_{li}^p, t_p)$, $\phi_{0i}^p = \phi_0(\zeta_{li}^p, t_p)$,

$$\begin{aligned} \Omega_{ij} &= \left(-V_{1\eta ij} - \frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}} V_{1\xi ij} - V_{1\eta ij}^* + \frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}} V_{1\xi ij}^* \right) \frac{\xi_{j+1}^p - \xi_{j-1}^p}{2} + \\ &+ \left(V_{1\xi ij} - \frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}} V_{1\eta ij} + V_{1\xi ij}^* + \frac{\sqrt{|K_a|}}{\sqrt{|K_s|}} V_{1\eta ij}^* \right) \frac{\eta_{j+1}^p - \eta_{j-1}^p}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{1\xi ij} &= V_{1\xi}(\zeta_{lj}^p, \zeta_{li}^p), \quad V_{1\eta ij} = V_{1\eta}(\zeta_{lj}^p, \zeta_{li}^p), \\ V_{1\xi ij}^* &= V_{1\xi}^*(\zeta_{lj}^p, \zeta_{li}^p), \quad V_{1\eta ij}^* = V_{1\eta}^*(\zeta_{lj}^p, \zeta_{li}^p). \end{aligned}$$

Так как кривая Γ'_i замкнута, то $\zeta_{10}^p \equiv \zeta_{1m}^p$, $\zeta_{11}^p \equiv \zeta_{1m+1}^p$.

В уравнениях (3.5) интегралы понимают в смысле главного значения по Коши. Поэтому дифференциальные уравнения движения границы аппроксимируем следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{\xi_{li}^{p+1} - \xi_{li}^p}{\Delta t_{p+1}} &= J v_{10\xi i}^p + \frac{J|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m V_{\xi ij}^*(f_{j+1}^p - f_{j-1}^p)/2, \\ \frac{\eta_{li}^{p+1} - \eta_{li}^p}{\Delta t_{p+1}} &= J v_{10\eta i}^p + \frac{J|K|}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m V_{\eta ij}^*(f_{j+1}^p - f_{j-1}^p)/2, \\ i &= 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Здесь $\Delta t_{p+1} = t_{p+1} - t_p$, $v_{10\xi i}^p = v_{10\xi}(\zeta_{li}^p, t_p)$,

$$v_{10\eta i}^p = v_{10\eta}(\zeta_{li}^p, t_p), \quad V_{\xi ij}^* = V_{\xi}^*(\zeta_{lj}^p, \zeta_{li}^p),$$

$$V_{\eta ij}^* = V_{\eta}^*(\zeta_{lj}^p, \zeta_{li}^p).$$

Совместно решив уравнения (4.3) и (4.4) при $p = 0$, находим положение границы Γ'_i в момент времени t_1 . Повторяя предложенный алгоритм для $p = 1, 2, \dots$ находим положение границы Γ'_i в последующие моменты времени t_p .

При движении границы Γ'_i нарушается равномерность её разбиения по длине. Поэтому необходимо на каждом шаге по времени интерполировать положение подвижной границы и снова разбивать её равномерно по длине. Для интерполяции применялись линейные сплайны.

5. Эволюция границы раздела жидкостей к скважине

Исследуем эволюцию границы раздела жидкостей к скважине. Пусть на физической плоскости z эксплуатационная скважина дебита q расположена на расстоянии d от границы L в точке $z_c = id$ (см. рис. 1). Её работу моделируем точечным стоком мощности $-q$ (q – модуль мощности). Контур скважины представляет собой окружность малого радиуса R_c с центром в точке расположения стока.

Рассмотрим случай, когда граница Γ_0 – окружность радиуса d , центр которой находится в точке расположения скважины. Уравнение окружности $x^2 + (y - d)^2 = d^2$. На вспомогательной плоскости ζ_1 граница Γ'_0 – эллипс.

Используя теорему сопряжения на прямой [1], имеем невозмущённый обобщённый потенциал течения

$$\phi_0 = -\frac{q}{2\pi\sqrt{|K_s|}} \left(\ln|\zeta_1 - \zeta_{1c}| + \frac{|K_s| - |K_a|}{|K|} \ln|\zeta_1 - \bar{\zeta}_{1c}| + \right. \\ \left. + 2 \frac{\sqrt{|K_s|}\sqrt{|K_a|}}{|K|} \arg(\zeta_1 - \bar{\zeta}_{1c}) \right).$$

Здесь $\zeta_{1\bar{n}} = \xi_{1\bar{n}} + i\eta_{1\bar{n}}$ – точка расположения скважины на вспомогательной плоскости ζ_1 .

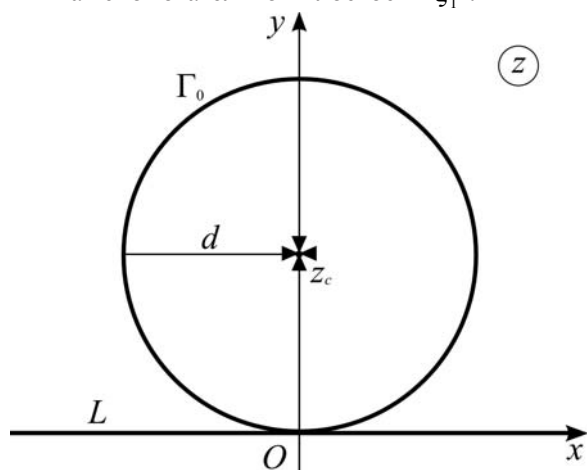


Рис. 1. Постановка задачи.

В работах [5, 6] исследована плоскопараллельная эволюция границы раздела «разноцветных» жидкостей к эксплуатационной скважине. В работе [7] изучена эволюция границы раздела жидкостей различных вязкостей в безграничной анизотропной пористой среде, а в работе [8] – при наличии прямолинейного контура питания. Исследуем влияние непроницаемой границы на движение границы раздела жидкостей.

В ортотропном грунте $K_{12} = K_{21} = 0$ при $K_{22} > K_{11}$ первой до скважины доходит частица границы Γ_0 , которая находится в точке $(0, 2d)$. В этом случае для модели «разноцветных» жидкостей ($\lambda=0$) время T достижения границей Γ_t скважины определяется формулой

$$T = \frac{3 - 2 \ln 2}{2\sqrt{\beta}} T_0, \quad \beta > 1, \quad (5.1)$$

где $\beta = K_{22}/K_{11}$, $T_0 = \pi d^2/q$ – время достижения скважины в случае изотропного грунта ($K_{11} = K_{22} = 1$, $K_{12} = K_{21} = 0$) при отсутствии непроницаемой границы L и $R_c \ll d$. Параметр $\beta \in (0, +\infty)$ характеризует различие компонентов тензора проницаемости, расположенных на главной диагонали.

На рис. 2 показаны зависимости времени T от параметра β для значений параметра $\lambda=0$ и $\lambda=0.5$. Численные расчёты проводились при условии, что $K_{12} = K_{21} = 0$ (ортотропный грунт). В качестве характерного времени выбрано время T_0 ($d=1$, $q=\pi$). При расчётах полагали $K_{11}=1$, $n=100$, $\Delta t=0,001$, $R_c=0,01$. Практически для всех значений параметра β , если $\mu_2 > \mu_1$ ($\lambda > 0$), то время T уменьшается по сравнению со случаем «разноцветных» жидкостей ($\lambda=0$). При $\lambda < 0$ время T увеличивается, движение границы Γ_t становится неустойчивым. Кривые $T(\beta)$ имеют максимум. Его появление связано с изменением направления прорыва жидкости к скважине. Так, при малых значениях параметра β , прорыв жидкости к скважине происходит вдоль оси Ox , а при больших – вдоль оси Oy . Максимум на графике соответствует изменению направления прорыва. Для «разноцвет-

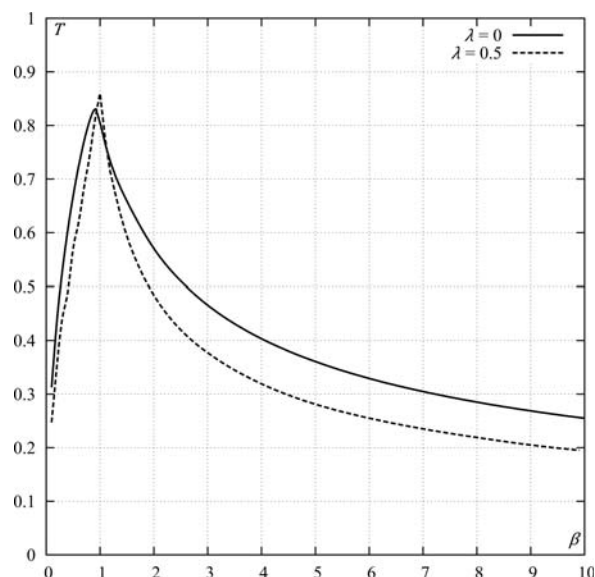


Рис. 2. Зависимость времени T от параметра β .

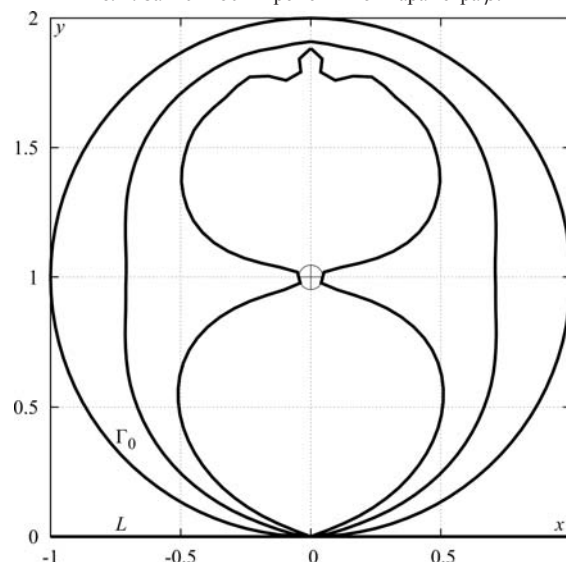


Рис. 3. Эволюция границы раздела жидкостей к скважине при $\beta = 1/2$.

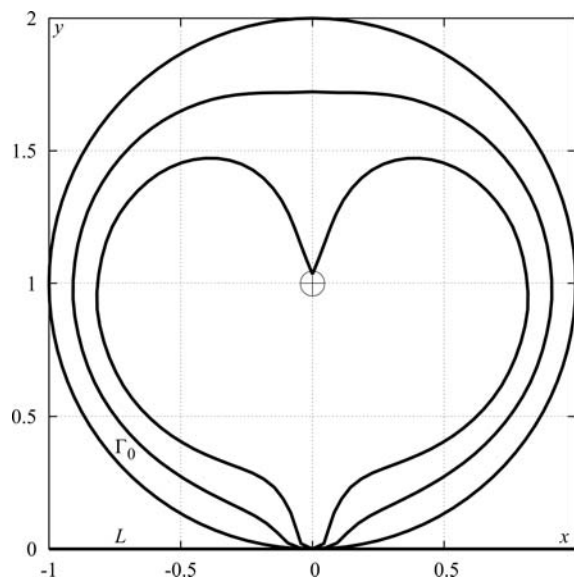


Рис. 4. Эволюция границы раздела жидкостей к скважине при $\beta = 2$.

ных» жидкостей после изменения направления прорыва время T определяется по формуле (5.1).

На рис. 3 показаны положения границы Γ , через равные промежутки времени до момента достижения скважины при $\lambda = 0,5$ и $\beta = 1/2$. В этом случае время $T = 0,570$, прорыв жидкости происходит вдоль оси Ox . Когда граница Γ приближается к скважине, на ней возникают возмущения. Эволюция границы раздела жидкостей при $\lambda = 0,5$ и $\beta = 2$ показана на рис.

4. В этом случае время $T = 0,484$, прорыв происходит вдоль оси Oy . Движение границы более устойчиво.

Предложенный метод позволяет исследовать эволюцию произвольной границы раздела жидкостей различных вязкостей в анизотропном однородном слое пористой среды, ограниченном прямолинейной непроницаемой границей. Жидкости могут различаться не только вязкостью, но и плотностью [2, 9].

Библиографический список

1. Пивень В.Ф. Исследование граничных задач плоскопараллельных течений жидкости в анизотропной пористой среде // Дифференциальные уравнения, 2009. Т. 45, № 9. С. 1286-1297.
2. Пивень В.Ф. Двумерная задача эволюции границы раздела жидкостей в анизотропном слое пористой среды // Труды Международных школ-семинаров «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики». Орёл: ГОУ ВПО «Орловский государственный университет», 2009. Вып. 7. С. 81-91.
3. Пивень В.Ф. Обобщенный сингулярный интеграл Коши для граничных задач двумерных течений в анизотропно-неоднородном слое пористой среды // Дифференциальные уравнения, 2012. Т. 48, № 9. С. 1292-1307.
4. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. М.: ТОО «Янус», 1995. 520 с.
5. Пивень В.Ф., Федяев Ю.С. Математическое моделирование эволюции границы раздела «разноцветных» жидкостей в анизотропном однородном слое пористой среды // Ученые записки Орловского государственного университета, 2010. № 2 (36). Серия: Естественные, технические и медицинские науки. С. 49-55.
6. Федяев Ю.С. Исследование эволюции границы раздела «разноцветных» жидкостей в ограниченном анизотропном однородном слое пористой среды // Ученые записки Орловского государственного университета, 2012. № 6 (50). Часть I. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. С. 195-198.
7. Федяев Ю.С. Исследование плоскопараллельной эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в анизотропной однородной пористой среде // Ученые записки Орловского государственного университета, 2010. № 4 (38). Серия: Естественные, технические и медицинские науки. С. 31-39.
8. Федяев Ю.С. Математическое моделирование эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей в анизотропном слое пористой среды, ограниченном контуром питания // Ученые записки Орловского государственного университета, 2013. № 3 (53). Серия: Естественные, технические и медицинские науки. С. 95-101.
9. Федяев Ю.С. Математическое моделирование эволюции границы раздела жидкостей различных вязкостей и плотностей в однородном анизотропном слое пористой среды // Ученые записки Орловского государственного университета, 2011. № 3 (41). Серия: Естественные, технические и медицинские науки. С. 90-97.

References

1. Piven' V.F. Investigation of boundary value problems for plane-parallel fluid flows in an anisotropic porous medium // Differential Equations, 2009, Vol. 45, No. 9, pp. 1313-1325.
2. Piven' V.F. Two-dimensional problem of the evolution of a fluid interface in an anisotropic porous medium layer. Proc. Ind. School-Sem. "Methods of Discrete Singularities in Problems of Mathematical Physics". Orel: Orel State University, 2008, no. 7, pp. 81-91.
3. Piven' V.F. Generalized Cauchy singular integral for the boundary values of two-dimensional flows in an anisotropic-inhomogeneous layer of a porous medium // Differential Equations, 2012, Vol. 48, No. 9, pp. 1272-1287.
4. Lifanov I.K. The method of singular integral equations and numerical experiment. Moscow: Yanus, 1995. 520 P.
5. Piven' V.F., Fedyaev Y.S. Mathematical modelling of evolution of the boundary surface of «multi-coloured» fluids in the anisotropic uniform stratum of the porous medium // Scientific notes of Orel State University, 2010, No. 2 (36), pp. 49-55.
6. Fedyaev Y.S. Evolution of boundary surface between «multicoloured» fluids in bounded anisotropic homogeneous layer of a porous medium // Scientific notes of Orel State University, 2012, No. 6 (50), Part I, pp. 195-198.
7. Fedyaev Y.S. Research of plane-parallel evolution of interfaces between fluids of different viscosity in anisotropic homogeneous porous medium // Scientific notes of Orel State University, 2010, No. 4 (38), pp. 31-39.
8. Fedyaev Y.S. Mathematical modeling of evolution of the interface between fluids of different viscosities in a homogeneous layer of anisotropic porous medium with external boundary // Scientific notes of Orel State University, 2013, No. 3 (53), pp. 95-101.
9. Fedyaev Y.S. Mathematical modeling of evolution of the interface between fluids of different viscosities and densities in a homogeneous layer of anisotropic porous medium // Scientific notes of Orel State University, 2011, No. 3 (41), pp. 90-97.

УДК 37+53

UDC 37+53

И.В. ХРИПУНОВ

сотрудник ЮСНИШ «Основы нанотехнологий», магистрант Орловского государственного университета
E-mail: ivanzypher@yandex.ru

О.И. МАРКОВ

доктор физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой физики Орловского государственного университета

E-mail: O.I.Markov@mail.ru

Ю.В. ХРИПУНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Орловского государственного университета

E-mail: Phyrexia@yandex.ru

I.V. HRIPUNOV

employee of YuSNISh of "Basis of nanotechnologies", undergraduate of Orel state university
E-mail: ivanzypher@yandex.ru

O.I. MARKOV

doctor of physical and mathematical sciences, head of the chair of physics of the Orel state university

E-mail: O.I.Markov@mail.ru

YU.V. HRIPUNOV

candidate of physical and mathematical sciences senior lecturer of chair of physics of the Orel state university
E-mail: Phyrexia@yandex.ru

**О МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ В ОБУЧЕНИИ В РАМКАХ РАБОТЫ
ЮНОШЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ШКОЛЫ
(ЮСНИШ) «ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ»**

**ABOUT THE INTERDISCIPLINARY INTEGRATED APPROACH IN TRAINING
WITHIN JUNIOR SPECIALIZED RESEARCH SCHOOL (JSRS) WORK «BASES OF NANOTECHNOLOGIES»**

В статье описывается междисциплинарный комплексный подход, реализуемый при обучении детей в Юношеской специализированной научно-исследовательской школе (ЮСНИШ) «Основы нанотехнологий» физико-математического факультета Орловского государственного университета.

Ключевые слова: нанотехнологии, междисциплинарный подход, поверхность, сканирующая зондовая микроскопия, юношеская специализированная научно-исследовательская школа, школьники, экспериментальные исследования.

In article the interdisciplinary integrated approach realized at training of children at the Junior Specialized Research School (JSRS) «Basis of nanotechnologies» of physical and mathematical faculty of the Oryol state university is described.

Keywords: nanotechnologies, interdisciplinary approach, a surface, scanning probe microscopy, junior specialized research school, school students, pilot studies.

На современном этапе развития нанотехнологической отрасли возрастает потребность в специалистах широкого профиля, способных работать на разных уровнях производства: от фундаментальных исследований до практического применения полученных результатов. При этом в России интерес у будущих абитуриентов к направлениям подготовки в области естественных наук остается на низком уровне. С другой стороны, по некоторым оценкам, в ближайшее десятилетие потребность России в нанотехнологах составит не менее 30 тыс. человек ежегодно [1]. Данные обстоятельства указывают на необходимость формирования новых образовательных подходов. В связи с этим возникла идея подготовки будущих специалистов на всех образовательных уровнях: от школы до вуза. «Стратегия развития nanoиндустрии» [2] предъявляет новые требования к системе образования в сфере нанотехнологий: «Образование в XXI веке должно

стать по-настоящему доступным и непрерывным. Междисциплинарный подход будет постепенно приходить на смену отраслевому, что сформирует условия для подготовки специалистов с системным мышлением – лидеров, способных воспринимать нанотехнику как сплав индустрии, науки, экономики и духовной организации общества». Данные обстоятельства требуют введения соответствующих образовательных программ на всех уровнях обучения (от школы до вуза) [3-7].

Целью данной работы является описание междисциплинарного комплексного подхода, реализуемого при обучении детей в Юношеской специализированной научно-исследовательской школе (ЮСНИШ) «Основы нанотехнологий». Структура и опыт ЮСНИШ уже описывались в [7-10].

Под междисциплинарным подходом подразумевается комплекс методик, формирующих у школьников навыки корректной постановки и последующего

решения задач с использованием полученных детьми знаний при изучении полного цикла дисциплин (естественнонаучных и гуманитарных) школьной программы и способности анализировать решение с разных позиций (подбор различных способов решения).

Данный подход, как показывает практика [7-10], позволяет, используя информацию об актуальных проблемах нанотехнологий (Что такое нанотехнологии? Где применяются? «Чудеса» нанотехнологий, Каков практический выход исследований? и др.) и межпредметные связи, мотивировать детей к изучению подавляющей части числа дисциплин школьной программы.

В ЮСНИШ «Основы нанотехнологий» существует ряд этапов обучения, требующих внимательного руководства деятельностью школьников:

- лекционный курс;
- решение практических задач;
- экспериментальные исследования;
- анализ исследований и описание их результатов;
- написание научных статей.

О проблемах и методах решения задач некоторых из этапов уже рассказывалось в [8-10]. В данной работе внимание уделено предпоследнему этапу: главной проблемой, с которой сталкиваются учащиеся при описании данных эксперимента (АСМ (Атомно-силовая микроскопия)-, СТМ (Сканирующая туннельная микроскопия)-, МГ (Металлография)-, ЭМ (Электронная микроскопия)- кадров, далее М-кадров) является «расшифровка» и классификация объектов, расположенных на поверхности образца. Поскольку их обилие и, порой, замысловатость форм представляют трудность при описании наблюдаемых объектов. При решении данной проблемы при работе с детьми необходимо использовать ассоциативность мышления школьников, связанную с представлениями и знаниями, полученными в рамках изучения всей школьной программы (межпредметные связи). С целью решения данной проблемы для учебного курса ЮСНИШ были отработаны методические подходы и составлен ряд типовых задач трех классов.

Для ассоциативного описания используются похожие биологические (усики, клетка и т.д.), географические (холмы, впадины, ущелья и т.д.), химические (молекулы, частицы и т.д.), физические (провода (иглы), пленки, чешуи и т.д.) и художественные объекты (облака, леса и т.д.), а так же объекты из окружающего мира. Данный аспект выполняет функцию межпредметных связей. При этом при описании используются два подхода: «от общего к частному» (макроподход) и/или «от частного к общему» (микроподход). Выбор зависит от того, какие параметры интересуют молодого исследователя: макроскопические параметры или микроскопические. Иными словами, можно говорить о макроописании или микроописании.

Особую роль играет геометризация объектов. То есть выбранный объект на поверхности приравнивается к какой-либо правильной геометрической фигуре либо разбивается на составные части, представляющие собой те же правильные геометрические фигуры. Подобное описание получило название – «построить геометрический конструктор».

Подход «от общего к частному» (макроподход) характеризуется началом работы с М-кадрами «со взгляда издалека». Описание представляет собой следующее: ученик отходит от изображения на 2-3 метра и говорит (записывает) что видит, затем подходит и дополняет описанную им ранее картину теми деталями, которые увидел при приближении. Так продолжается до того момента, пока, по мнению ученика, не останется ничего, что он не увидел бы. При этом учитель наводящими вопросами помогает подопечному найти то, что есть еще на кадре. Затем найденные объекты классифицируются по одному или нескольким параметрам: форма, размер, периодичность и т.д. и измеряются их микро- и нанопараметры. И для каждого класса объектов строится геометрический конструктор, который впоследствии у кристаллических образцов сравнивается с параметрами их кристаллических решеток (задачи типа А).

Подход «от частного к общему» (микроподход) заключается в рассмотрении М-кадров «со взгляда вблизи». Описание представляет собой нахождение на увеличенном изображении микро- и нанообъектов и их трансформацию и эволюцию в процессе уменьшения кадра до взгляда «издалека». При этом, как и в предыдущем подходе, все замеченное и увиденное записывается и дополняется учеником. Вырабатывается классификация, проводятся замеры, строится геометрический конструктор. Данный подход сложнее первого, поэтому применяется после приобретения навыков макроописания (задачи типа А).

Освоив микро- и макроописание школьники учатся применять к одному и тому же кадру оба подхода поочередно, сравнивая их (задачи Типа Б). Это позволяет получить наиболее полную картину топологии поверхности.

Следующим этапом работы с данными является этап статистического описания. Поскольку, как показывает практика, М-кадры различных участков поверхности одного и того же образца могут существенно различаться, становится необходимым проведение сравнительного анализа. То есть в процессе экспериментальных исследований производится получение не менее 10 М-кадров. При этом может фиксироваться морфологическая картина не только различных участков одной и той же поверхности, но и ее состояние после различных видов обработки (химическая, физическая, технологическая). При этом обилие получаемой информации требует соответствующей обработки и классификации, чем и занимаются специалисты, исследующие поверхность на наноуровне (задачи типа В). Собственно, этот этап подводит учащихся к итоговой цели обу-

чения в ЮСНИШ – приобретению навыков ученого-исследователя, способного поставить задачу и предложить методы ее решения. В данном случае это задачи по экспериментальным исследованиям морфологии поверхности твердых тел до и после внешних воздействий.

Описанные подходы формируют навыки грамотного оформления результатов эксперимента в виде печатных работ (научных статей и тезисов конференций) по схеме: введение (актуальность) – цели и задачи – методика эксперимента – результаты и их обсуждение – основные выводы и заключение.

Как показывает 4-х летний опыт работы ЮСНИШ «Основы нанотехнологий», реализуемый комплексный междисциплинарный подход к обучению показывает высокую эффективность:

- опубликовано около 20 научных работ по результатам исследований, проводимых учениками;
- выпускники ЮСНИШ «Основы нанотехнологий» после окончания 11-го класса успешно поступили в ведущие вузы России (МИЭТ г. Зеленоград, СПб ГУ (ЛЭТИ)) на физические специальности, а также в региональные вузы;
- происходит стимулирование интереса школьников к изучению не только физики, но и информатики, химии, биологии, географии и других предметов школьного цикла (возрастала успеваемость учеников в школе по данным предметам);
- практика выступления на конференциях вырабатывает у детей правильную, логически построенную и связанную речь.

Следует также отметить, что в связи с ознакомлением детей с основными принципами ныне действующей картины наномира происходит стимулирование их желания к познавательной деятельности и в рамках дисциплин гуманитарного цикла (история, обществознание и т.д.).

Таким образом, междисциплинарный комплексный подход, описанный в данной работе, является одним из результативных подходов в обучении на стадии школы.

В заключение статьи приведем примеры задач типов А, Б и В и их решений.

Примеры задач

ТИП А: Используя макроподход, составьте описание СЗМ-кадров (2-мерный и 3-мерный) структуры поверхности зубной эмали, приведенной на рисунке. Постройте геометрический конструктор. (Экспериментальные данные взяты из [11]).

Решение: Анализ АСМ-кадров показал структуру поверхности эмали в виде неравномерного наложения зерен средним размером 6×10 мкм. Также присутствуют дефектные образования в виде глубоких впадин средним размером 4×6 мкм.

Геометрический конструктор: зерна имеют в основном сферическую форму. Встречаются зерна формы многогранных пирамид. Нижняя часть зерен продолговатая и может быть сравнима с призмами

правильной формы.

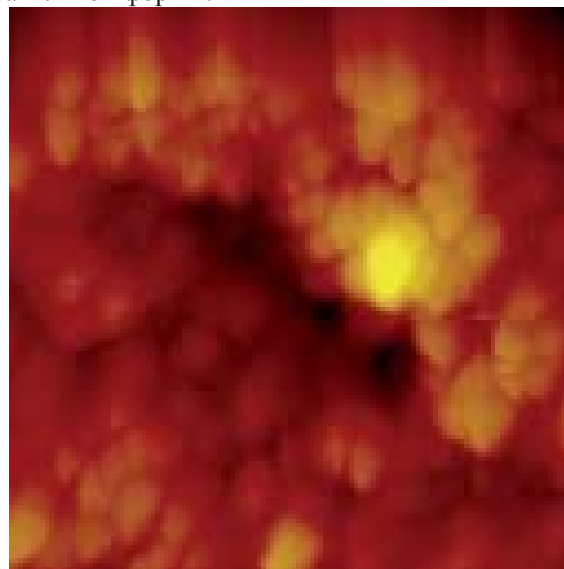


Рис. 1. 2-мерный АСМ-кадр поверхности скола зубной эмали. Размер $87,42 \times 87,42$ мкм.

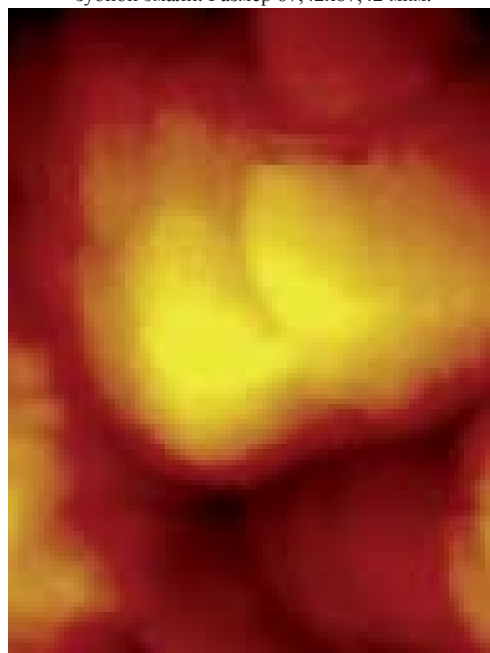


Рис. 2. 2-мерный АСМ-кадр зерна на поверхности скола зубной эмали. Размер $9,67 \times 12,74$ мкм.

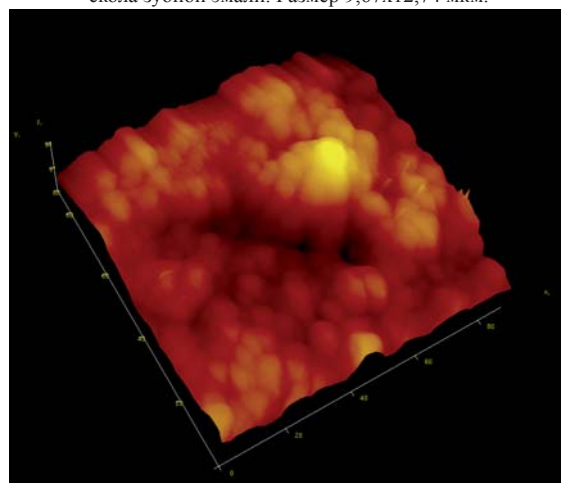


Рис. 3. 3-мерный АСМ-кадр поверхности скола зубной эмали. Размер $87,42 \times 87,42 \times 6$ мкм.

ТИП Б: Используя микро- и/или макроподход по данным АСМ- и ЭМ-кадров, составьте описание структуры поверхности скола кристалла висмута до (рис. 1 и 2) и после (рис. 2) плазменной обработки водородом. Проведите сравнительный анализ. Постройте геометрический конструктор. (Экспериментальные данные взяты из [12]).

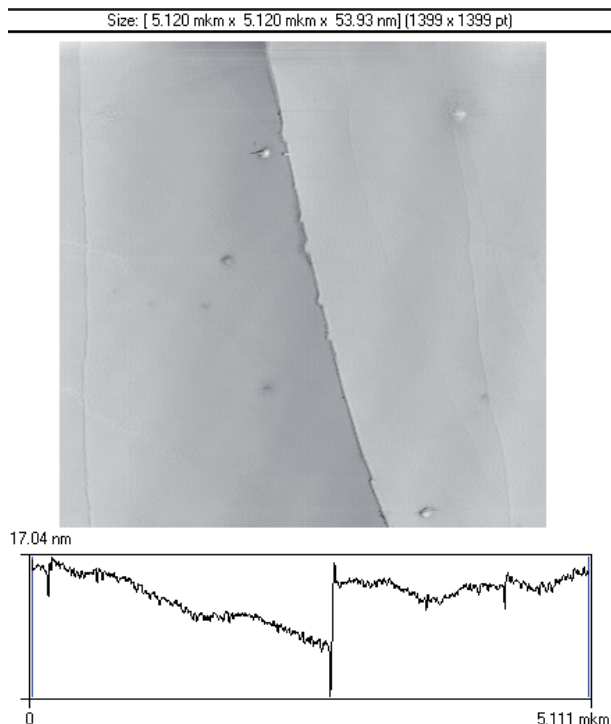


Рис. 1. АСМ-изображение скола монокристалла висмута, полученного при температуре жидкого азота, и его поперечные сечения.

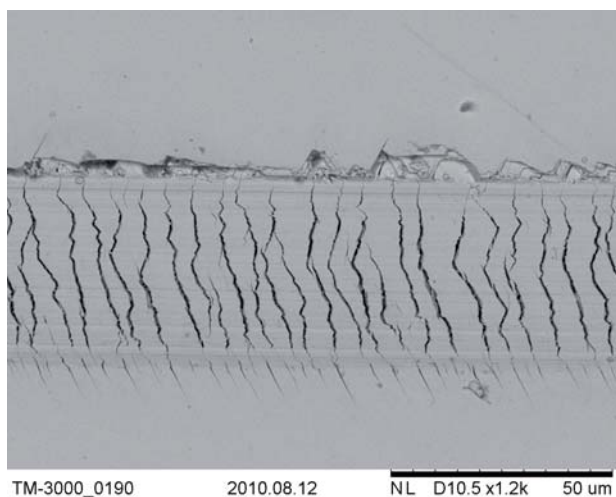


Рис. 2. ЭМ-изображение пороговой части границы террасы со множеством трещин. Режим отраженных электронов.

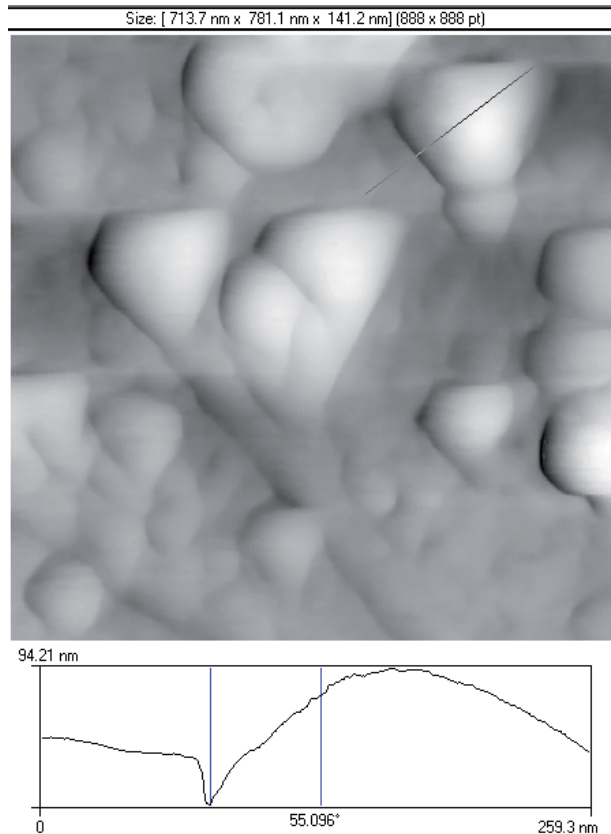


Рис. 3. АСМ - изображение поверхности скола после плазменной обработки водородом в течение 60 мин и профилограмма сечения пирамиды

Решение. На рисунке 1 видны плато и пороги (террасы) размером от 800 нм до 2.5 мкм, границы террас близки к прямым. При этом на плоскости порогов наблюдается множество трещин в виде, так называемого речного узора (рис. 2). Трещины располагаются в направлении, перпендикулярном границе террасы. Протяженность трещин эквивалентна высоте порогов. (Микроподход – описание в обратном порядке).

После плазменной обработки водородом происходит изменение морфологии. На поверхности (рис. 3) скола кристалла висмута появляются пирамидальные образования (выступы), которые имеют длины сторон основания 150-200 нм и углы между ними 60°. Часто встречаются углы наклона грани у основания пирамиды от 55° до 56°. (Микроподход – описание в обратном порядке)

Сравнительный анализ кадров показывает изменение рельефа поверхности на фоне сохранения прежнего, так как на рисунке 3 видны границы террас.

Геометрический конструктор: до обработки террасы можно сравнить с гладкой поверхностью – плоскостью, имеющей границу в виде порога, расположенного перпендикулярно плоскости террасы. После обработки появившиеся выступы имеют пирамидальную форму и могут быть сравнимы с трехгранными пирамидами, у некоторых из которых одна из вершин у основания усечена.

ТИП В: Используя микро- или макроподход составьте описание структуры поверхности скола кристалла висмута до (рис. 1-4) и после (рис. 5-8) химического травления. Проведите сравнительный и статистический анализ. При необходимости постройте геометрический конструктор. (Экспериментальные данные взяты из [12])

Size: [5.120 mkм x 5.120 mkм x 53.93 nm] (1399 x 1399 pt)

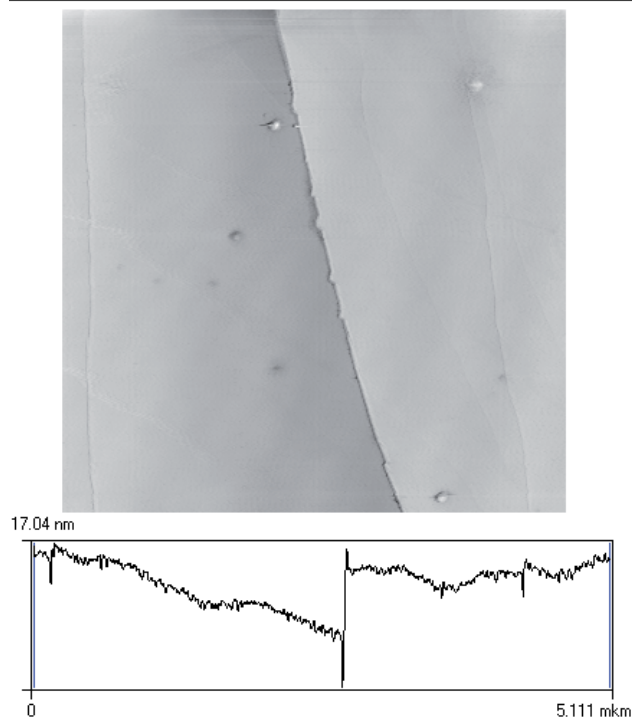


Рис. 1. АСМ-изображение скола монокристалла висмута, полученного при температуре жидкого азота, и его поперечные сечения.

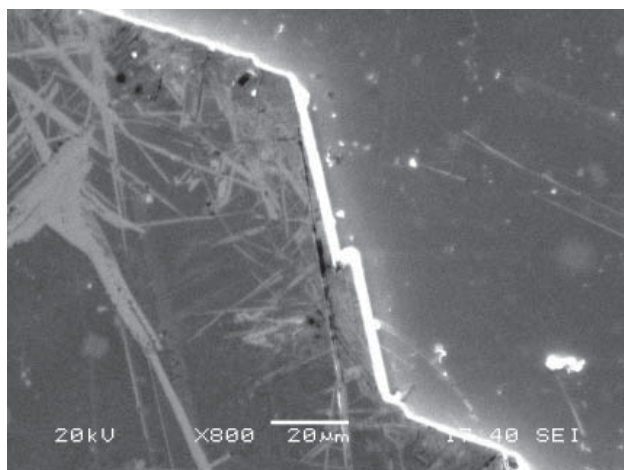


Рис. 2. ЭМ-изображение поверхности скола монокристалла висмута: режим вторичных электронов.

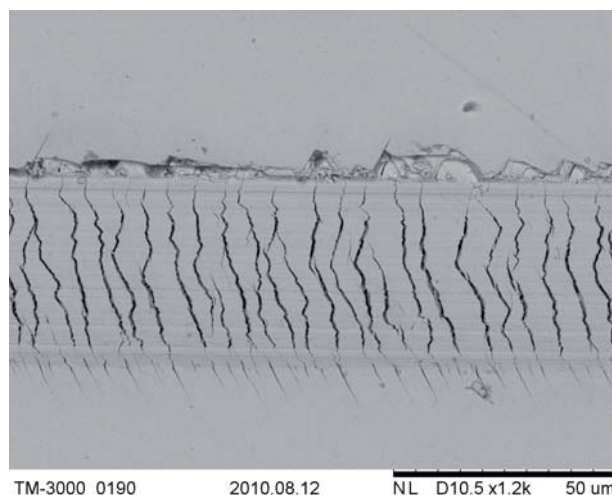


Рис. 3. ЭМ-изображение пороговой части границы террасы со множеством трещин. Режим отраженных электронов.

Size: [5.156 mkм x 5.156 mkм x 184.8 nm] (1409 x 1409 pt)

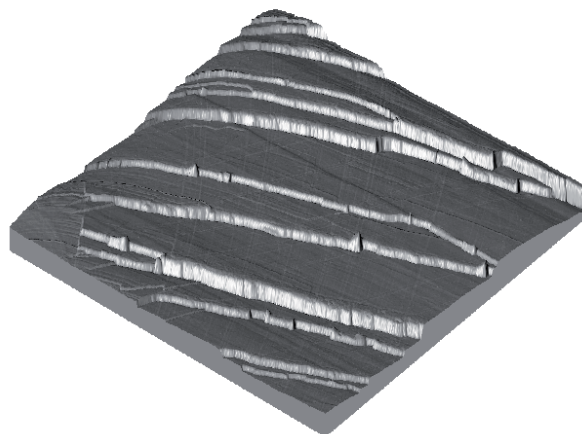


Рис. 4. Трехмерное АСМ-изображение поверхности скола монокристалла висмута.

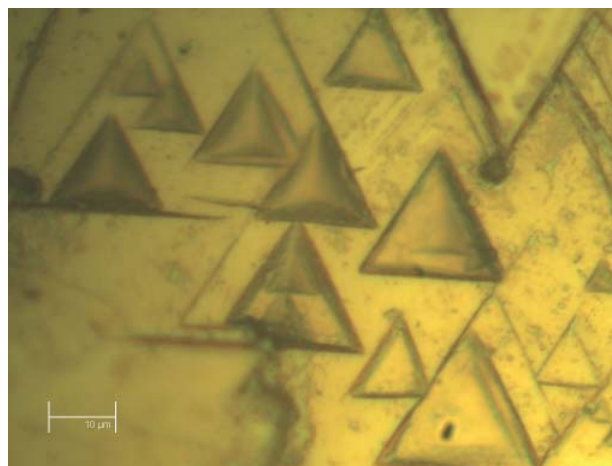


Рис. 5. МГ-изображение поверхности скола монокристалла висмута после химического травления с использованием системы с желтым фильтром.

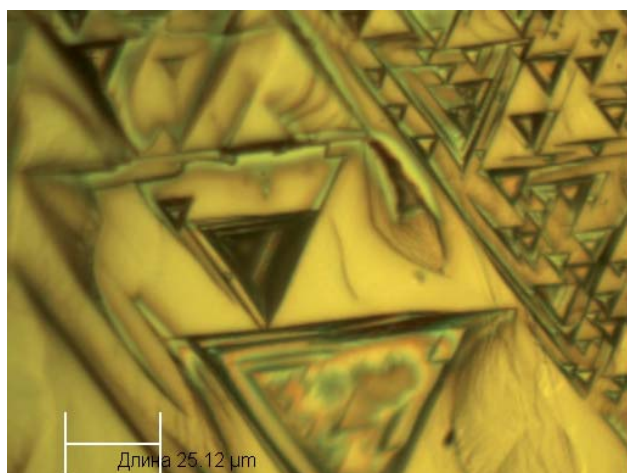


Рис. 6. МГ-изображение поверхности скола монокристалла висмута после травления.

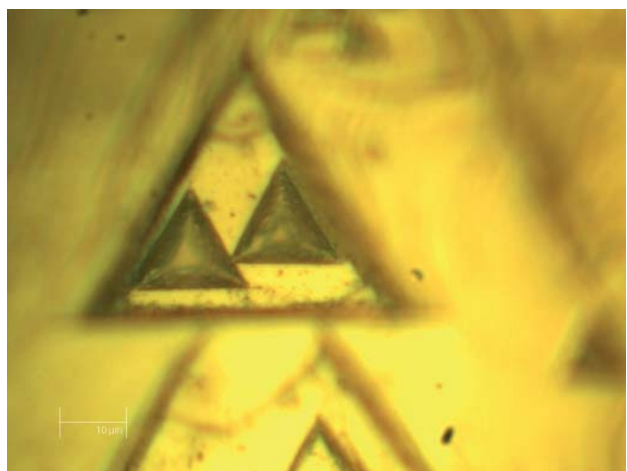


Рис. 7. МГ-изображение ямок травления в местах выходов дислокаций.

Size: [14.94 mkm x 14.94 mkm x 2.000 mkm] (1021 x 1021 pt)



Рис. 8. АСМ-изображение структуры ямок травления.

Решение. На рисунках 1-4 видны плато и пороги (террасы) размером от 800 нм до 2.5 мкм, границы террас представляют собой ломаные линии. При этом на плоскости порогов наблюдается множество трещин в виде так называемого речного узора (рис. 2). Трещины располагаются в направлении, перпендикулярном границе террасы. Протяженность трещин эквивалентна высоте порогов. Пороги могут соединяться.

После химического травления (рис. 5-8) происходит изменение структуры поверхности скола кристалла висмута. На поверхности образуется множество треугольных ямок. При этом оказалось возможным выделить несколько видов различных ямок травления по ограничению их дна. Размеры сторон основания ямок травления различны и могут составлять до 25 мкм. С помощью метода подсчета ямок травления возможно установить плотность распределения дислокаций.

Геометрический конструктор: до обработки террасы можно сравнить с гладкой поверхностью – плоскостью, с границей в виде порога, имеющего форму ломаной линии с прямыми участками и расположенного перпендикулярно плоскости террасы. После химического травления на поверхности образуется множество треугольных ям с четким рельефом дна, которые могут быть сравнимы с трехгранными пирамидами.

Библиографический список

1. Шишов С.Е. Формирование кадрового потенциала для высокотехнологичной экономики // Нанотехнологии. Экология. Производство. 2009. № 2. С. 66.
2. Президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии» (Поручение Президента Российской

Федерации от 24.04.2007. № Пр-688).

3. *Разумовский В.Г.* Проблема научной компетентности современного школьника / В.Г. Разумовский, А.В. Полуяхтов // Теория и практика современного образования. 2009. №5. С. 7-13.

4. *Наумов А.Л.* Формирование проблемной компетенции учащихся в проектной деятельности. // Физика в школе. 2010 №3. С.57-61.

5. *Лобова Л.П.* Нанотехнологии и школьное образование. // Физика в школе. 2009. №3. С.23-26.

6. *Полуяхтов А.В.* Учебно-исследовательский практикум – эффективный способ формирования естественно-научной грамотности школьников. // Физика в школе. №7. 2012. С.37-45.

7. *Марков О.И.* Опыт работы юношеской школы «Основы нанотехнологий». / О.И. Марков, В.В. Митяев, Ю.В. Хрипунов // Вестник науки: сб. статей / ОГУ. Орёл, 2012. Вып. 11. С. 207-212.

8. *Марков О.И.* О формировании личности исследователя в рамках работы юношеской школы «Основы нанотехнологий». / О.И. Марков, И.В. Хрипунов, Ю.В. Хрипунов // Материалы Международной научно-методической конференции «Проблемы современного образования в условиях глобализации» / Чита, Россия, 2013. Чита, 2013. Ч.2. С.109-114.

9. *Хрипунов И.В.* О проблеме достоверности и обоснованности результатов экспериментальных исследований у учащихся образовательных школ. / И.В. Хрипунов, О.И. Марков, Ю.В. Хрипунов // Учёные записки Орловского государственного университета. 2013. №5 (53). С. 105-111.

10. *Марков О.И.* Об организации коллективной формы работы при формировании личности молодых исследователей «Основы нанотехнологий». / О.И. Марков, И.В. Хрипунов, Ю.В. Хрипунов // Сборник статей Международной заочной научно-практической конференции «Инновационные процессы в современной школе: Методология, теория и практика», посвященной 75-ю ТГПУ им. Л.Н. Толстого/ Тула, Россия, 2013. Тула, 2013. С.172-175.

11. *Литинская Е.Л., Кунашик Е.С., Мозгляков Д.В., Козлов И.О.* Исследование структуры поверхности зубной эмали методами атомно-силовой микроскопии // Вестник студенческих работ Орловского государственного университета. Орел: ОГУ. 2011. С. 87-89.

12. *Хрипунов Ю.В.* Особенности формирования и физические свойства наноразмерных структур на основе висмута.: Дисс ... к. ф.-м. н.: 01.04.10: защищена 01.03.2012 / Хрипунов Юрий Вадимович. Курск:ЮЗГУ, 2012. 129 с.

References

1. *Shishov S.E.* Formation of personnel potential for hi-tech economy//Nanotechnologies. Ecology. Production. 2009 . No. 2. Page 66.

2. Presidential initiative “Strategy of development of a nanoindustry” (Order of the President of the Russian Federation of 24.04.2007. No. Pr-688).

3. *Razumovsky V.G.* Problem of scientific competence of the modern school student [Text] / V.G. Razumovsky, A.V.Poluyakhtov//Theory and practice of modern education. – 2009. No. 5. – Page 7 13.

4. *Naumov A.L.* Formation of problem competence of pupils in design activity [Text] / A.L. Naumov//Physics at school. – 2010 No. 3. – Page 57-61.

5. *Lobova L.P.* Nanotechnologies and school education.//Physics at school. 2009 No. 3 Page 23-26.

6. *Poluyakhtov A.V.* Educational and research practical work – an effective way of formation of natural-science literacy of school students. // Physics at school - No. 7 – 2012. – Page 37-45.

7. *Markov O.I.* Experience of junior school “Bases of Nanotechnologies” [Text] / O.I.Markov, V.V. Mityaev, Yu.V.Hripunov//Messenger of science: collection of articles / OSU - Orel. Release 11. – Page 207-212.

8. *Markov O.I.* About formation of the identity of the researcher within work of junior school “Bases of Nanotechnologies” [Text] / O.I.Markov, I.V.Hripunov, Yu.V.Hripunov//Materials. International scientific and methodical “Problems of Modern Education in the conditions of Globalization” / Chita conferences, Russia, 2013. Chita, 2013. – Ch.2. – Page 109-114.

9. *Hripunov I.V.* About a problem of reliability and validity of results of pilot studies at pupils of educational schools / I.V. Hripunov, O.I.Markov, Yu.V.Hripunov//Scientific notes of the Orel state university. 2013 . No. 5 (53). Page 105-111.

10. *Markov O.I.* About the organization of a collective form of work when forming the identity of young researchers “A basis of nanotechnologies”. / O.I.Markov, I.V.Hripunov, Yu.V.Hripunov//the Collection of articles of the International correspondence scientific and practical conference “Innovative processes at modern school: Methodology, the theory and practice”, devoted 75 TSPU of L.N. Tolstoy / Tula, Russia, 2013. Tula, 2013. – Page 172-175.

11. *Litinskaya E.L., Kunashik E. S. Mozglyakov D.V., Kozlov I.O.* Research of structure of a surface of tooth enamel by methods of atomic-powered microscopy//Messenger of student’s works of the Oryol state university. Orel: OSU. 2011. Page 87-89.

12. *Hripunov Yu.V.* Features of formation and physical properties of nanodimensional structures on the basis of bismuth [Text]: Dissertation of the candidate of physical and mathematical sciences from 01.04.10: it is protected 01.03.2012 / Hripunov Yuri Vadimovich. Kursk: SWSU, 2012. – 129 pages.

УДК 511.35

UDC 511.35

К.М. ЭМИНЯН

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Математика 1» Финансового университета при Правительстве Российской Федерации
E-mail: eminyan@mail.ru

К.М. EMINYAN

candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor of the Financial University under the government of the Russian Federation
E-mail: eminyan@mail.ru

ДВЕ АДДИТИВНЫЕ ЗАДАЧИ В НАТУРАЛЬНЫХ ЧИСЛАХ С ДВОИЧНЫМИ РАЗЛОЖЕНИЯМИ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

TWO ADDITIVE TASKS IN NATURAL NUMBERS WITH BINARY DECOMPOSITION SPECIAL LOOK

Пусть $\mathbb{N}_0$ – множество натуральных чисел, двоичные разложения которых имеют четное число единиц. В данной статье решены две аддитивные задачи в натуральных числах из множества $\mathbb{N}_0$.

Ключевые слова: аддитивные задачи, тригонометрические суммы, большое решето.

Let $\mathbb{N}_0$ – a set of the natural numbers, which binary decomposition have even number of units. In this article two additive tasks in natural numbers from a set of $\mathbb{N}_0$ are solved.

Keywords: additive tasks, trigonometrical sums, big sieve.

Введение

Пусть $n = e_0 + e_1 2 + \dots + e_k 2^k$ – представление натурального числа n двоичной системе счисления ($e_j = 0, 1$). Пусть $\mathbb{N}_0$ – множество натуральных чисел, двоичные разложения которых имеют четное число единиц, $\mathbb{N}_1 = \mathbb{N} \setminus \mathbb{N}_0$. Пусть

$$\varepsilon(n) = \begin{cases} 1, & \text{если } n \in \mathbb{N}_0; \\ -1, & \text{если } n \in \mathbb{N}_1. \end{cases}$$

В 1968 году А.О. Гельфонд [1] доказал, что натуральные числа из множеств $\mathbb{N}_0$ и $\mathbb{N}_1$ регулярно распределены в арифметических прогрессиях.

В 1991 году автор получил [2] асимптотическую формулу для суммы

$$\sum_{n \leq x, n \in \mathbb{N}_0} \tau(n)$$

и тем самым решил проблему делителей Дирихле в числах из множества $\mathbb{N}_0$.

В настоящей статье решаются две аддитивные задачи в простых числах, двоичные разложения которых имеют специальный вид. Эти задачи представляют собой обобщения известной задачи Эстермана.

Сформулируем наши основные результаты.

Пусть $n \geq 3$. Пусть (j_1, j_2, j_3, j_4) – произвольный набор из нулей и единиц.

Пусть $J_1(N)$ – число решений уравнения

$$p_1^2 + p_2^2 + p_3 + x^n = N \quad (1)$$

в простых числах p_1, p_2, p_3 и натуральных числах x таких, что $p_k \in \mathbb{N}_{j_k}$ ($k = 1, 2, 3$), $x \in \mathbb{N}_{j_4}$.

Пусть $I_1(N)$ – число решений уравнения (1) в произвольных простых числах p_1, p_2, p_3 и натуральных числах x .

Теорема 1.1 Для любого $C > 0$ справедливо

равенство

$$J_1(N) = \frac{1}{16} I_1(N) + O(N^{1+1/n} \log^{-C} N),$$

где постоянная в знаке O зависит лишь от C и n .

Для $I_1(N)$ при любом натуральном N справедливо равенство

$$I_1(N) = \sigma(N) \gamma(N) + O(N^{1+1/n} L^{-C}),$$

где

$$\sigma(N) = \sum_{q=1}^{\infty} \Phi_N(q) = \prod_{p>2} (1 + \Phi_N(p))$$

$$\Phi_N(q) = \sum_{\substack{a=1 \\ (a,q)=1}}^q \frac{\mu(q) S_2^2(a, q) T(a, q)}{q \varphi^3(q)} e^{-2\pi i a N / q},$$

$$S_2(a, q) = \sum_{m \leq q} e^{\frac{2\pi i a m^2}{q}}, \quad T(a, q) = \sum_{x \leq q} e^{\frac{2\pi i a x^n}{q}},$$

$$\gamma(N) = \sum_{2 \leq m_1 \leq \sqrt{N}} \cdot \sum_{2 \leq m_2 \leq \sqrt{N}} \sum_{2 \leq m \leq N} \sum_{x \leq N^{1/n}} \frac{1}{\log m_1 \log m_2 \log m}$$

Если N больше некоторой константы, зависящей только от n , то $I_1(N) \gg N^{1+1/n} \log^{-3} N$.

Пусть (j_1, j_2, j_3) – произвольный набор из нулей и единиц. Пусть $J(N)$ – число решений уравнения

$$p_1 + p_2 + x^n = N \quad (2)$$

в простых числах p_1, p_2 и натуральных числах x таких, что $p_k \in \mathbb{N}_{j_k}$ ($k = 1, 2$), $x \in \mathbb{N}_{j_3}$.

Пусть $I(N)$ – число решений уравнения (2) в произвольных простых числах p_1, p_2 и произвольных натуральных числах x .

Теорема 2.2 Для любого $C > 0$ справедливо

равенство

$$J(N) = \frac{1}{8} I_1(N) + O(N^{1+1/n} \log^{-C} N),$$

где постоянная в знаке O зависит лишь от C и n .

Для $I(N)$ при любом натуральном N справедливо равенство

$$I(N) = \Sigma(N) \Gamma(N) + O(N^{1+1/n} L^{-C}),$$

где

$$\Sigma(N) = \sum_{q=1}^{\infty} \Psi_N(q) = \prod_p (1 + \Psi_N(p)),$$

$$\Psi_N(q) = \sum_{\substack{a=1 \\ (a,q)=1}}^q \frac{\mu^2(q) T(a,q)}{q \varphi^2(q)} e^{-2\pi i a N/q},$$

$$\Gamma(N) = \sum_{2 \leq m_1 \leq N} \cdot \sum_{2 \leq m_2 \leq N} \sum_{\substack{x \leq N^{1/n} \\ m_1 + m_2 + x^n = N}} \frac{1}{\log m_1 \log m_2}$$

Если N больше некоторой константы, зависящей только от n , то $I(N) \gg N^{1+1/n} \log^{-2} N$.

Основные леммы

Доказательства обеих теорем проводятся круговым методом Харди-Литтлвуда-Рамануджана-Виноградова. При этом существенно используются следующие леммы.

Лемма 1.3 Пусть λ – произвольное вещественное число, (n) – функция Мангольда. Тогда существует абсолютная постоянная $\Delta > 0$ такая, что

$$S = \sum_{n \leq X} \varepsilon(n) \Lambda(n) e^{2\pi i a n} = O(X^{1-\Delta}).$$

Постоянная в знаке O – абсолютная.

Доказательство см. в [4].

Лемма 2.4 Пусть $n \geq 3$. Существует $c_0 = c_0(n) > 0$, а также абсолютная постоянная $c_1 > 0$ такая, что при любом вещественном α справедливо неравенство

$$\left| \sum_{x \leq P} \varepsilon(x) e^{2\pi i a x^n} \right| \leq c_0 P^{1-c_1/(n^2 \ln n)}$$

Доказательство см. в [5].

Доказательство теоремы 1 и 2.

Пусть $L = \log N$. Пусть $Q = L^A$, $\tau = N L^{-A}$, где A – положительная постоянная, значение которой будет указано позже.

Пусть $\varkappa \tau = 1$. Определим множества E_1 и E_2 :

$$E_1 = \{\alpha \in [-\varkappa, 1-\varkappa]: \alpha = \frac{a}{q} + z, (a, q) = 1, 1 \leq q \leq Q, |z| < \frac{1}{q\tau}\},$$

$$E_2 = [-\varkappa, 1-\varkappa] \setminus E_1.$$

Определим тригонометрические суммы $S_1(\alpha)$,

$$S_2(\alpha), S_3(\alpha), T_4(\alpha):$$

$$S_k(\alpha) = \sum_{\substack{p \leq P_2 \\ p \in \mathbb{N}_{j_k}}} e^{2\pi i a p^2}, \quad (k = 1, 2, 3),$$

$$T_4(\alpha) = \sum_{\substack{x \leq P \\ x \in \mathbb{N}_{j_4}}} e^{2\pi i a x^n},$$

$$\text{где } P_2 = \sqrt{N}, P = N^{1/n}.$$

Поскольку

$$\frac{1 + (-1)^{j_4} \varepsilon(n)}{2} = \begin{cases} 1, & \text{если } n \in \mathbb{N}_{j_4} \\ 0, & \text{если } n \notin \mathbb{N}_{j_4}, \end{cases}$$

имеем

$$T_4(\alpha) = \frac{1}{2} T(\alpha) + \frac{1}{2} (-1)^{j_4} T_5(\alpha),$$

где

$$T(\alpha) = \sum_{x \leq P} e^{2\pi i a x^n},$$

$$T_5(\alpha) = \sum_{x \leq P} \varepsilon(x) e^{2\pi i a x^n}$$

Отсюда и из неравенства Гельдера (см. например, [6], глава VI) следует, что

Пусть $1 \leq k \leq 2$. Поскольку интеграл

$$\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_k(\alpha)|^4 d\alpha$$

равен числу решений уравнения $p_1^2 + p_2^2 = p_3^2 + p_4^2$

в простых числах p_1, p_2, p_3, p_4 из множества $\mathbb{N}_{j_k}$ не превосходящих P_2 , то он не превосходит числа решений уравнения

$$n_1^2 + n_2^2 = n_3^2 + n_4^2$$

в натуральных числах n_1, n_2, n_3, n_4 , не превосходящих P_2 . Это означает, что

$$\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_k(\alpha)|^4 d\alpha = \sum_{n \leq 2N} \tau^2(n) = N L^3 \quad (3)$$

$$J_1(N) = \frac{1}{2} \int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} S_1(\alpha) S_2(\alpha) S_3(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i a N} d\alpha +$$

$$O\left(\max_{\alpha \in [-\varkappa, 1-\varkappa]} |T_5(\alpha)| \sqrt{\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_1(\alpha)|^2 |S_2(\alpha)|^2 d\alpha} \sqrt{\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_3(\alpha)|^2 d\alpha}\right) =$$

$$= \frac{1}{2} \int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} S_1(\alpha) S_2(\alpha) S_3(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i a N} d\alpha +$$

$$+ O\left(\max_{\alpha \in [-\varkappa, 1-\varkappa]} |T_5(\alpha)| \sqrt{\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_1(\alpha)|^4 d\alpha} \sqrt{\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_2(\alpha)|^4 d\alpha} \times\right.$$

$$\left. \times \sqrt{\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_3(\alpha)|^2 d\alpha}\right)$$

(здесь мы воспользовались тем, что

$$r(n) = \sum_{\substack{n_1^2 + n_2^2 = n \\ n_1 \leq \tau(n)}} \sum_{n \leq 2N} \tau^2(n) = N L^3)$$

Далее, так как

$$\int_{-\varkappa}^{1-\varkappa} |S_3(\alpha)|^2 d\alpha \leq \pi(N),$$

имеем

$$J_1(N) = \frac{1}{2} J_5(N) + O\left(\max_{\alpha \in [-\varepsilon, 1-\varepsilon]} |T_5(\alpha)| N L\right),$$

где

$$J_5(N) = \int_{-\varepsilon}^{1-\varepsilon} S_1(\alpha) S_2(\alpha) S_3(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha$$

Обозначим через $J_{5,1}$ – интеграл по множеству E_1 , а через $J_{5,2}$ – интеграл по множеству E_2 , то есть

$$\begin{aligned} J_5(N) &= \int_{E_1} S_1(\alpha) S_2(\alpha) S_3(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha + \\ &+ \int_{E_2} S_1(\alpha) S_2(\alpha) S_3(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha = \\ &= J_{5,1}(N) + J_{5,2}(N). \end{aligned}$$

Вновь пользуемся неравенством Гельдера и неравенством (3); получим

$$J_{5,2}(N) = O\left(\max_{\alpha \in E_2} |T(\alpha)| N L\right),$$

следовательно,

$$\begin{aligned} J_5(N) &= \frac{1}{2} J_{5,1}(N) + O\left(\max_{\alpha \in [-\varepsilon, 1-\varepsilon]} |T_5(\alpha)| N L\right) + \\ &+ O\left(\max_{\alpha \in E_2} |T(\alpha)| N L\right), \end{aligned} \quad (4)$$

Займемся асимптотическим вычислением интеграла $J_{5,1}$. Для этого нам придется получить приближенные формулы для $S_1(\alpha)$, $S_2(\alpha)$, $S_3(\alpha)$, $T(\alpha)$ при $\alpha \in E_1$.

Поскольку при $k=1, 2$

$$\frac{1+(-1)^{j_k} \varepsilon(n)}{2} = \begin{cases} 1, & \text{если } n \in \mathbb{N}_{j_k} \\ 0, & \text{если } n \notin \mathbb{N}_{j_k}, \end{cases}$$

имеем

$$S_k(\alpha) = \frac{1}{2} S(\alpha) + \frac{(-1)^{j_k}}{2} S_5(\alpha),$$

где

$$S(\alpha) = \sum_{p \leq P_2} e^{2\pi i \alpha p^2}, \quad S_5(\alpha) = \sum_{p \leq P_2} \varepsilon(p) e^{2\pi i \alpha p^2}.$$

$$\text{Пусть } \alpha = \frac{a}{q} + z, \quad (a, q) = 1, \quad 1 \leq q \leq Q, \quad |z| < \frac{1}{q\tau}.$$

Оценим сумму $S_5(\alpha)$ сверху.

Пользуясь преобразованием Абеля, имеем

$$\begin{aligned} S_5\left(\frac{a}{q} + z\right) &= \sum_{\substack{l=0 \\ (l,q)=1}}^{q-1} e^{\frac{\pi i a l^2}{q}} \sum_{\substack{\sqrt{P_2} < p \leq P_2 \\ p \equiv l(q)}} \varepsilon(p) e^{2\pi i z p^2} + O(\sqrt{P_2}) = \\ &= \sum_{\substack{l=0 \\ (l,q)=1}}^{q-1} \left(e^{\frac{2\pi i a l^2}{q}} \left(- \int_{\sqrt{P_2}}^{P_2} \sum_{\substack{\sqrt{P_2} < p \leq x \\ p \equiv l(q)}} \varepsilon(p) \cdot \pi i z x e^{2\pi i z x^2} dx + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \sum_{\substack{\sqrt{P_2} < p \leq P_2 \\ p \equiv l(q)}} \varepsilon(p) e^{2\pi i z p^2} \right) \right) + O(\sqrt{P_2}). \end{aligned}$$

Пусть $\sqrt{P_2} \leq x \leq P_2$. Имеем

$$\sum_{\substack{\sqrt{P_2} < p \leq x \\ p \equiv l(q)}} \varepsilon(p) = \frac{1}{q} \sum_{b=0}^{q-1} \sum_{\sqrt{P_2} < p \leq x} \varepsilon(p) e^{\frac{2\pi i b(p-l)}{q}} = O(P_2^{1-\Delta})$$

Таким образом,

$$\sum_{\sqrt{P_2} < p \leq x} \varepsilon(p) = \frac{1}{q} \sum_{b=0}^{q-1} \sum_{\sqrt{P_2} < p \leq x} \varepsilon(p) e^{\frac{2\pi i b(p-l)}{q}} = O(P_2^{1-\Delta}) O(P_2^{1-\Delta} L^A).$$

При любом $k=1, 2$ справедливо равенство

$$S_k(\alpha) = \frac{1}{2} S(\alpha) + O(P_2^{1-\Delta} L^A).$$

Перемножим эти равенства, получаем:

$$S_1(\alpha) S_2(\alpha) = \frac{1}{4} S^2(\alpha) + O(P_2^{2-\Delta} L^A).$$

Поскольку при $k=1, 2$

$$\frac{1+(-1)^{j_3} \varepsilon(n)}{2} = \begin{cases} 1, & \text{если } n \in \mathbb{N}_{j_3}; \\ 0, & \text{если } n \notin \mathbb{N}_{j_3}, \end{cases}$$

имеем

$$S_3(\alpha) = \frac{1}{2} S_6(\alpha) + \frac{(-1)^{j_3}}{2} S_7(\alpha),$$

где

$$S_6(\alpha) = \sum_{p \leq N} e^{2\pi i \alpha p}, \quad S_7(\alpha) = \sum_{p \leq N} \varepsilon(p) e^{2\pi i \alpha p}.$$

Отсюда и из (4) получаем

$$\begin{aligned} J_5(N) &= \frac{1}{16} \int_{E_1} S^2(\alpha) S_6(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha + \\ &+ O\left(\int_{E_1} P P_2^2 N^{1-\Delta/4} L^A d\alpha\right). \end{aligned}$$

Оценим остаток последней формулы:

$$\begin{aligned} \int_{E_1} P P_2^2 N^{1-\Delta/4} L^A d\alpha &= O\left(P P_2^2 N^{1-\Delta/4} L^A \sum_{q \leq Q} \sum_{\substack{a=0 \\ (a,q)=1}}^{q-1} \frac{1}{q\tau}\right) = \\ &= O(P N^{1-\Delta/4} L^2 A) = O_A(N^{1-\Delta/8} P). \end{aligned}$$

Мы пришли к формуле

$$\begin{aligned} J(N) &= \frac{1}{16} \int_{E_1} S^2(\alpha) S_6(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha + \\ &+ O\left(\max_{\alpha \in [-\varepsilon, 1-\varepsilon]} |T_5(\alpha)| N L\right) + \\ &+ O\left(\max_{\alpha \in E_2} |T(\alpha)| N L\right) + O_A(N^{1-\Delta/8} P). \end{aligned}$$

Вновь применяя (3), получаем:

$$J(N) = \frac{1}{16} \int_{-\infty}^{1-\infty} S^2(\alpha) S_6(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha + \\ + O\left(\max_{\alpha \in [-\infty, 1-\infty]} |T_5(\alpha)| NL\right) + O\left(\max_{\alpha \in E_2} |T(\alpha)| NL\right) + \\ + O_A(N^{1-\Delta/8} P). \quad (5)$$

Следовательно:

$$|T_5(\alpha)| \ll P^{1-\Delta_1};$$

отсюда

$$\max_{\alpha \in [-\infty, 1-\infty]} |T_5(\alpha)| NL = O(NP^{1-\Delta_1} L).$$

Далее воспользуемся известной оценкой $T(\alpha)$ на малых дугах (см. например, [6], XI, задача 14):

$$T(\alpha) \ll P \min(P, P^2 q^{-1}, q)^{-\frac{1}{16cn^2 \ln n}}, \quad (6)$$

где $c > 0$ – абсолютная постоянная.

Выберем A :

$$A = 16cn^2 \ln n (C+3) + 4Cn.$$

Тогда из (6) следует, что при любых $\alpha \in E_2$:

$$T(\alpha) \ll PL^{-(C+3)}.$$

Поскольку

$$\int_{-\infty}^{1-\infty} S^2(\alpha) S_6(\alpha) T(\alpha) e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha = I_1(N)$$

из (5) следует, что

$$J_1(N) = \frac{1}{16} I_1(N) + O_{C,n}(NPL^{-C}).$$

Для полноты изложения выведем асимптотическую формулу для $I_1(N)$.

Сначала получим приближенные формулы для суммы $S(\alpha)$ при $\alpha \in E_1$.

При любом m из промежутка $\sqrt{P_2} < m \leq P_2$ по лемме Зигеля-Вальфиша имеем

$$\pi(m; q, l) = \frac{Li}{\varphi(q)} \frac{m}{p} + O\left(P_2 e^{-c\sqrt{\log L}}\right) \quad (c > 0).$$

Поэтому

$$S\left(\frac{a}{q} + z\right) = \sum_{\substack{\sqrt{P_2} < p \leq P_2 \\ p \equiv l \pmod{q}}} e^{2\pi i \frac{a}{q} p^2} e^{2\pi i z p^2} + O(\sqrt{P_2}) = \\ = \sum_{\substack{l=1 \\ (l,q)=1}}^q e^{2\pi i \frac{a}{q} l^2} V(l) + O(\sqrt{P_2}),$$

где

$$V(l) = \sum_{\substack{\sqrt{P_2} < p \leq P_2 \\ p \equiv l \pmod{q}}} e^{2\pi i z p^2} = \\ = \sum_{\sqrt{P_2} < m \leq P_2} (\pi(m; q, l) - \pi(m-1; q, l)) e^{2\pi i z m^2}.$$

Применим к последней сумме преобразование Абеля и воспользуемся асимптотической формулой

для $\pi(u; q, l)$

$$V(l) = - \int_{\sqrt{P_2}}^{P_2} \left(\frac{Li}{\varphi(q)} \frac{u}{p} + O\left(P_2 e^{-c\sqrt{L}}\right) \right) de^{2\pi i z u^2} = \\ = \frac{1}{\varphi(q)} \int_2^{P_2} \frac{e^{2\pi i z u^2}}{\log u} du + O\left(P_2 e^{-\frac{c}{2}\sqrt{L}}\right).$$

Наконец, пользуясь известной леммой о приближении тригонометрической суммы интегралом, получаем

$$V(l) = \frac{1}{\varphi(q)} \sum_{m=2}^{P_2} \frac{e^{2\pi i z m^2}}{\log m} + O\left(P_2 e^{-\frac{c}{2}\sqrt{L}}\right),$$

$$S\left(\frac{a}{q} + z\right) = \frac{S_2(a, q)}{\varphi(q)} M_2(z) + O\left(P_2 e^{-\frac{c}{2}\sqrt{L}}\right),$$

где

$$S_2(a, q) = \sum_{\substack{l=1 \\ (l,q)=1}}^q e^{2\pi i \frac{a}{q} l^2}, \quad M_2(z) = \sum_{m=2}^{P_2} \frac{e^{2\pi i z m^2}}{\log m}.$$

Воспользуемся следующими известными равенствами:

$$S\left(\frac{a}{q} + z\right) = \frac{\mu(q)}{\varphi(q)} M(z) + O\left(N e^{-\frac{c}{2}\sqrt{L}}\right),$$

$$T\left(\frac{a}{q} + z\right) = \frac{T(a, q)}{q} M_n(z) + O(L^A)$$

где

$$M(z) = \sum_{m=2}^N \frac{e^{2\pi i z m}}{\log m}, \quad T(a, q) = \sum_{x=1}^q e^{2\pi i \frac{ax^n}{q}},$$

$$M_n(z) = \sum_{m=2}^P e^{2\pi i z m^n}$$

(см., например, [6, главы X, XI]).

Отсюда следует, что

$$I_1(N) = \sum_{q \leq Q} \sum_{\substack{a=1 \\ (a,q)=1}}^q \frac{\mu(q) S_2^2(a, q) T(a, q)}{q \varphi^3(q)} e^{-2\pi i a N/q} \gamma(N) + O\left(N P e^{-\frac{c}{2}\sqrt{L}}\right) + \\ + O\left(\sum_{q \leq Q} \sum_{\substack{a=1 \\ (a,q)=1}}^q \left| \frac{\mu(q) S_2^2(a, q) T(a, q)}{q \varphi^3(q)} \right| \int_{\frac{1}{q\tau}}^{\frac{1}{q\tau}} |M_2^2(z)| |M(z)| |M_n(z)| dz\right),$$

$$\text{где } \gamma(N) = \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} M_2^2(z) M(z) M_n(z) e^{-2\pi i z N} dz$$

Приближая суммы $M_2(z)$, $M(z)$ и $M_n(z)$ интегралами и оценивая их по первой производной, получаем

$$M_2(z) = O(|z|^{-1/2}), \quad M(z) = O(|z|^{-1}),$$

$$M_n(z) = O(|z|^{-1/n}),$$

откуда

$$\int_{\frac{1}{q\tau}}^{\frac{1}{q\tau}} |M_2^2(z)| |M(z)| |M_n(z)| dz = O((q\tau)^{1+1/n}).$$

Далее при $(q_1, q_2) = 1$, $(a, q_1 q_2) = 1$ имеет место равенство

$$S_2(a, q_1 q_2) = S_2(a q_2, q_1) S_2(a q_1, q_2).$$

Поэтому при нечетном бесквадратном q для оценки $S_2(a, q)$ достаточно оценить $S_2(b, p)$, где p – нечетное простое число, $(b, p) = 1$.

$$\text{Но } S_2(b, p) = \left(\frac{b}{p}\right) G(p) - 1, \text{ где } \left(\frac{b}{p}\right) - \text{ символ}$$

Лежандра, $G(p) = \sum_{x=1}^p e^{2\pi i x^2/p}$ – сумма Гаусса.

$$\text{Поэтому } S_2(a, q) = O(\sqrt{q}).$$

Кроме того, $T(a, q) = O(q^{1-1/n})$ (см., например, [6, глава XI]).

Отсюда следует, что

$$\sum_{q \leq Q} \sum_{\substack{a=1 \\ (a,q)=1}}^q \left| \frac{\mu(q) S_2^2(a, q) T(a, q)}{q \varphi^3(q)} \right| \int_{\frac{1}{qT} \leq |z| \leq 1/2} \left| M_2^2(z) \|M(z)\| M_n(z) \right| dz =$$

$$O\left(\sum_{q \leq Q} \left| \frac{\mu(q)}{\varphi^2(q)} \right| q^2 NPL^{-A(1+1/n)}\right) = O(NPL^{-A/n} (\ln \ln L)^2) = O(NPL^{-C}).$$

Далее, функция

$$\Phi_N(q) = \sum_{\substack{a=1 \\ (a,q)=1}}^q \frac{\mu(q) S_2^2(a, q) T(a, q)}{q \varphi^3(q)} e^{-2\pi i a N/q}$$

мультипликативна, а ряд $\sum_{q=1}^{\infty} \Phi(q)$ сходится, причем

$$\sum_{q=1}^Q \Phi_N(q) = \sum_{q=1}^{\infty} \Phi_N(q) + O\left(\sum_{q>Q} \left| \frac{\mu(q)}{\varphi^2(q)} \right| q^{1-1/n}\right) =$$

$$= \sigma(N) + O(L^{-C}),$$

где

$$\sigma(N) = \sum_{q=1}^{\infty} \Phi_N(q) = \prod_{p>2} (1 + \Phi_N(p))$$

(эйлерово произведение берется по нечетным простым числам потому, что $\Phi_N(2^\beta) = 0$ при любых $\beta \geq 1$).

Доказано, что

$$I_1(N) = \sigma(N) \gamma(N) + O(NPL^{-C}).$$

Докажем, что при любом N справедливо неравенство

$$\sigma(N) \geq \prod_{p>2} \left(1 - \frac{p}{(p-1)^2}\right) > 0.$$

Вычислим $\Phi_N(p)$, пользуясь хорошо известными свойствами сумм Гаусса:

$$\Phi_N(p) = -\frac{(G^2(p)+1)p(K_n(N)-1)}{p(p-1)^3} +$$

$$+ 2 \frac{G^2(p)}{p(p-1)^3} \sum_{x=1}^p \left(\frac{x^n - N}{p}\right),$$

где $K_n(N)$ – число решений сравнения $x^n \equiv N \pmod{p}$.

Отсюда имеем

$$|\Phi_N(p)| \leq \frac{(p+1)p(K_n(N)-1) + 2p(p-K_n(N))}{p(p-1)^3} =$$

$$= \frac{K_n(N)+1}{(p-1)^2}.$$

Докажем, что $K_n(N)+1 \leq p$.

В самом деле, если N не делится на p , то $K_n(N) \leq p-1$, поскольку 0 не является решением сравнения $x^n \equiv N \pmod{p}$. Если же N делится на p , то в этом случае 1 не является решением сравнения $x^n \equiv N \pmod{p}$ и, следовательно, $K_n(N) \leq p-1$.

Из полученных неравенств следует, что

$$|\Phi_N(p)| \leq \frac{p}{(p-1)^2}, \quad \sigma(N) \geq \prod_{p>2} \left(1 - \frac{p}{(p-1)^2}\right) > 0.$$

Оценим $\gamma(N)$ снизу. Имеем

$$\gamma(N) = \sum_{\substack{2 \leq m_1 \leq P_2 \\ m_1^2 + m_2^2 + m + x^n = N}} \sum_{\substack{2 \leq m_2 \leq P_2 \\ 2 \leq m \leq N}} \sum_{x \leq P} \frac{1}{\log m_1 \log m_2 \log m} \gg$$

$$\gg \sum_{\substack{\frac{P_2}{20} \leq m_1 \leq \frac{P_2}{10} \\ \frac{P_2}{20} \leq m_2 \leq \frac{P_2}{10} \\ m_1^2 + m_2^2 + m + x^n = N}} \sum_{\substack{2 \leq m \leq N \\ x \leq \frac{P}{10}}} \frac{1}{\log^3 N} \gg PNL^{-3}.$$

Теорема доказана.

Библиографический список

1. Gelfond A.O. Sur les nombres qui ont des propriétés additives et multiplicatives données. Acta Arith., 13 (1968), 259-265.
2. Эминян К.М. О проблеме делителей Дирихле в некоторых последовательностях натуральных чисел. Изв. АН СССР. Сер. матем., 55:3 (1991), С. 680-686.
3. Estermann T. Proof that every large integer is a sum of two primes and a square, Proc. Lond. Math. Soc. 11. 1937. PP. 501-516.
4. Eminiyan K.M., Goldbach's Problem in Primes with Binary Expansions of a Special Form, arXiv:1204.4605
5. Эминян К.М. Проблема Варинга в натуральных числах с двоичными разложениями специального вида.

Ученые записки Орловского государственного университета №3(53), С.105.

6. Карацуба А.А. Основы аналитической теории чисел .М.: Наука, 1983.

References

1. Gelfond A.O. Sur les nombres qui ont des propriétés additives et multiplicatives données. Acta Arith. 13 (1968), Pp. 259-265 .
 2. Eminyan K.M. About a problem of dividers of Dirikhle in some sequences of natural numbers. Academy of Sciences of the USSR. It is gray. maty. 55:3 (1991), Pp. 680-686.
 3. Estermann T. Proof that every large integer is a sum of two primes and a square, Proc. Lond. Math. Soc.11.1937. Pp. 501-516 .
 4. Eminyan K.M. Goldbach's Problem in Primes with Binary Expansions of a Special Form, arXiv:1204.4605
 5. Eminjan K.M. Problema Waringa in natural numbers with binary decomposition of a special look. Scientific notes of the Oryol state university No. 3(53), Pp. 105.
 6. Karatsuba A.A. Of a basis of the analytical theory of numbers. M.: Science, 1983.
-

УДК 574.4 : 574.5 : 572.11.4

UDC 574.4 : 574.5 : 572.11.4

А.А. АГАПОВА

аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского
E-mail: eco_egf@mail.ru

A.A. AGAPOVA

postgraduate student of the Department of ecology and rational nature management of Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky
e-mail: eco_egf@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

THE CONTENT OF ELEMENTS OF A GROUP OF HEAVY METALS IN COMPONENTS OF FOREST ECOSYSTEMS TERRITORIES WITH DIFFERENT TECHNOLOGICAL CAPACITY

Методом рентгенофлуоресцентного анализа выявлено валовое содержание 12 элементов группы тяжелых металлов (ТМ) в моховом покрове, листе, подстилке и почве экосистем городских лесов (Брянская область). Установлено, что накопление элементов-загрязнителей различной природы в живых и биокосных компонентах лесов свидетельствует о зависимости характера их концентрирования от уровня техногенной нагрузки, времени исследования и отбора проб. Работа позволит прогнозировать фиторемедиационные мероприятия в условиях сильного техногенного загрязнения.

Ключевые слова: тяжелые металлы, экосистемы лесов, валовая концентрация, Брянская область.

By x-ray fluorescence analysis revealed the total contents of the 12 elements of the group of heavy metals (Hm) in the moss cover, leaves, litter and soil ecosystems of urban forests (Bryansk region). It is established that the accumulation of elements-contaminants of different nature in the living and bioinert substance components forests shows the dependence of the nature of their concentration from the level of anthropogenic load, the time of research and sampling. The work will allow to predict the phytoremediation activities under strong technogenic pollution.

Keywords: heavy metals, forest ecosystems, gross concentration, Bryansk region.

Лесные экосистемы – биогеоценозы с интенсивно совершающимся круговоротом веществ и превращениями энергии. Изучение аккумулятивных особенностей живых, биокосных и биогенных элементов леса – важное звено мониторинговых исследований на урбанизированных территориях.

Цель работы – выявить содержание элементов группы тяжелых металлов (ТМ) в биокосных и биогенных элементах городских лесов на территориях с различной степенью техногенного загрязнения (Брянская область).

Для установления содержания ТМ в почве и лесной подстилке пробные площадки были заложены в Карховском лесу (г. Новозыбков, Новозыбковский район) со средней и значительной загрязненностью радионуклидами, в лесопарке Соловьи – самом крупном лесном массиве г. Брянска и незначительным радионуклидным загрязнением. При исследовании накопительной возможности живого напочвенного покрова пробные площадки располагали в однотипных сосняках разнотравных. Состояние насаждений лесопарка Соловьи хорошее, наблюдается 2-ая стадия рекреационной дигрессии, сомкнутость древостоя – 0,6. В Карховском лесу состояние насаждений удовлетворительное, 3-я стадия рекреационной дигрессии, сомкнутость древостоя – 0,6. Проективное

покрытие зеленых мхов на пробных площадках (ПП) Карховского леса составляет 55%, мохового покрова на ПП лесопарка – проективное покрытие до 50%. Сообщества лесных экосистем изучались геоботаническим методом на пробных площадках в 100 м². В полевых условиях отбирались образцы почвы и лесного опада вместе с подстилкой, образцы мохообразных. Образцы почвы отбирались с поверхности и с глубины в 12-14 см весной (оттаявшая прогретая почва, первая декада мая) и осенью (первая декада октября). Отобранные образцы подвергались общепринятой камеральной обработке для пробоподготовки к работе на спектрометре «Спектроскан-Макс» [1]. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве определялись по ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.2042-06 [2].

Результаты исследования содержания ТМ в почвенном покрове лесных экосистем представлены в таблицах 1-2.

В образцах почвы Карховского леса ни весной, ни осенью не зарегистрировано превышение ОДК по цинку, меди, марганцу, ванадию, мышьяку. Валовое содержание свинца выше ОДК только в образцах верхнего слоя почвы осенью, содержание никеля – в нижнем слое почвы весной. Наибольшая валовая концентрация стронция, меди, железа, ванадия, ти-

тана отмечена в нижнем слое почвы весной, цинка, марганца – в верхнем слое почвы осенью. Во всех образцах почвы выявлен кобальт.

Таблица 1.

Валовое содержание ТМ ($M \pm m$, мг/кг)
в почве Карховского леса

ТМ/ ОДК	Номера проб			
	1	2	3	4
Sr	77,1+4,3	69,3+4,3	70,65+7,5	71,8+2,2
Pb/32	28,9+2,3	27,1+2,2	21,65+2,4	33,4+3,4
As/2	1,02	1,95	1,9	1,9
Zn/55	27,95+2,2	21,0+1,6	17,3+1,1	31,6+3,2
Cu/33	26,9+2,4	22,3+2,4	21,7+2,1	24,3+2,9
Ni/20	22,75+1,9	17,3+1,6	18,9+1,3	18,7+1,6
Co	1,3	2,9	3,45	2,6
Fe	8130,5+102,6	5356,0+119,7	4655,5+184,3	7640,7+94,6
Mn/ 1500	195,7+9,4	179,2+9,18	140,4+10,2	302,2+11,4
Cr	58,8+4,3	59,1+4,9	54,5+4,9	57,1+4,3
V/150	25,6+2,8	5,55	23,3+2,3	21,25+2,1
Ti	2378,45+89,7	1695,2+110,7	1819,3+90,6	2328,5+108,2

Номера проб: 1 – нижний слой почвы, весна; 2 – верхний слой почвы, весна; 3 – нижний слой почвы, осень; 4 – верхний слой почвы, осень.

Таблица 2.

Валовое содержание ТМ ($M \pm m$, мг/кг)
в почве лесопарка Соловьи

ТМ	Номера проб			
	1	2	3	4
Sr	104,6+8,6	104,35+9,6	101,65+7,9	102,75+9,6
Pb/32	25,8+2,6	22,05+2,0	27,55+2,5	23,0+2,1
As/2	1,9	1,8	1,8	1,9
Zn/55	40,15+3,5	38,8+3,1	43,6+4,3	34,9+2,9
Cu/33	20,4+2,0	24,0+2,1	25,3+2,5	21,1+1,6
Ni/20	25,7+2,9	25,85+2,6	25,0+2,5	23,95+2,6
Co	3,4	5,3+4,0	6,5	3,5
Fe	14781,15+97,9	14495,35+112,4	14169,8+132,3	13166,9+147,7
Mn/ 1500	641,0+14,8	544,95+13,1	623,0+15,7	480,9+12,6
Cr	87,95+7,4	65,8+5,7	55,95+3,8	71,1+5,9
V/150	57,95+4,6	46,1+3,7	44,5+4,1	54,1+4,7
Ti	3794,2+110,8	3890,2+120,1	3917,6+185,4	4043,6+179,5

Номера проб: 1 – верхний слой почвы, весной; 2 – нижний слой почвы, весной; 3 – верхний слой почвы, осенью; 4 – нижний слой почвы, осенью.

В пробах почвы лесопарка Соловьи валовая концентрация свинца, мышьяка, цинка, марганца, ванадия не превышает ОДК. Валовое содержание никеля во всех образцах почвы выше ОДК. Наибольшая концентрация стронция определена в верхнем и нижнем слое почвы весной, свинца, цинка, меди – в верхнем слое почвы осенью, железа и хрома – в верхнем слое почвы весной, титана – в нижнем слое почв осенью.

Валовое содержание ТМ в листе отражено в таблице 3.

В образцах опавшей листвы – неперегнившей весной и свежих опавших листьях осенью определены следующие концентрации ТМ. Во всех образцах валовая концентрация цинка, меди превышает ОДК и определен кобальт. Валовое содержание свинца, никеля и марганца ниже ОДК. Для двух лесных экосистем динамика валовых концентраций ТМ сходна.

Содержание стронция, свинца, мышьяка, хрома в листе выше в осенних пробах. Содержание цинка, меди, никеля, железа и марганца больше в весенних пробах.

Таблица 3.

Валовое содержание ТМ ($M \pm m$, мг/кг)
в листе лесных экосистем

ТМ	Номера проб			
	1	2	3	4
Sr	116,7+11,5	118,15+9,9	134,7+11,8	121,7+10,6
Pb/32	18,15+1,3	24,75+2,6	28,4+2,7	27,0+2,1
As/2	1,5	1,3	1,9	1,8
Zn/55	121,2+10,42	81,3+7,5	153,45+12,8	70,9+5,7
Cu/33	42,1+3,8	43,4+3,6	40,4+3,7	39,55+2,9
Ni/20	17,2+2,0	19,7+1,5	18,1+2,0	16,7+0,9
Co	2,8	0,35	3,1	2,4
Fe	4358,05+189,4	5914,65+199,5	3957,3+201,3	3953+189,6
Mn/ 1500	261,5+11,9	334,9+15,7	173,35+9,7	177,95+10,3
Cr	42,65+3,5	50,3+4,1	58,6+4,6	52,6+4,8
V/150	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0

Номера проб: 1 – листва, Соловьи, весна; 2 – листва, Новозыбков, весна; 3 – листва, Новозыбков, осень; 4 – листва, Соловьи, осень.

На исследуемых территориях моховой покров (табл. 4) не столь резко отличается по накоплению тяжелых металлов: мышьяка, хрома и титана. Содержание свинца в видах мохового покрова на исследуемых участках примерно одинаково. Валовое содержание стронция и никеля больше в пробах мохообразных лесопарка Соловьи, свинца и особенно цинка – в Карховском лесу. Концентрация свинца и цинка выше ОДК. В целом повышенное содержание этих элементов в различных видах мхов отмечается в Карховском лесу.

Таблица 4.

Валовое содержание элементов группы тяжелых металлов в моховом покрове лесных экосистем

ТМ	Концентрация элементов в моховом покрове ($M \pm m$, мг/кг)	
	Соловьи	Новозыбков
Sr	105,70+8,9	83,94+7,8
Pb/32	33,41+3,6	37,71+2,379
As/2	11,42+0,6	12,16+1,1
Zn/55	65,33+6,3	94,72+8,1
Cu/33	47,97+3,9	40,40+3,6
Ni/20	47,33+3,7	38,65+3,7
Co	0	0
Fe	19835,15+207,9	18407,65+188,6
Mn/1500	1385,95+139,3	1242,40+295,8
Cr	72,16+6,5	68,21+5,8
V/150	0	0
Ti	270,02+20,7	278,36+191,4

Металлы техногенного происхождения – мышьяк, никель – определены в пробах мхов и зарегистрированы в концентрациях, превышающей ОДК.

Накопления элементов-загрязнителей различной природы в моховом покрове свидетельствуют, что характер их концентрирования зависит от уровня техногенной нагрузки. Несмотря на значительное накопление элементов-загрязнителей в моховом покрове вклад этого компонента в общее загрязнение лесного ценоза токсикантами невелик.

Результаты проведенных исследований позволяют подбирать компоненты для фиторемедиационных мероприятий в условиях сильного техногенного загрязнения. Компоненты живого напочвенного покрова лесных экосистем обладают свойством быстро восстанавливаться при нарушении (или изъятии). Это обстоятельство позволит ускорить процессы репарации экосистем при стрессовых воздействиях.

Библиографический список

1. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М 049-П/04.-С-Пб.: ООО НПО «Спектрон», 2004. 20 с.
2. ПДК и ОПДК химических веществ в почве (ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.2042-06).

References

1. Method of measurement of mass share of metals and metal oxides in the powdery soil samples by x-ray fluorescence analysis. М 049-Р/04.-S-Pb.: Ltd Spectron NPO», 2004. - 20 S.
2. Mac and ОПДК chemical substances in soil (GN 2.1.7.2041-06, Mr. 2.1.2042-06).

УДК 574.4 : 574.5 : 572.11.4

Л.Н. АНИЩЕНКО

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского
E-mail: eco_egf@mail.ru

UDC 574.4 : 574.5 : 572.11.4

L.N. ANISHCHENKO

doctor of agricultural sciences, Professor of Department of ecology and rational nature management of Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky
E-mail: eco_egf@mail.ru

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ: ЛИХЕНОИНДИКАЦИОННЫЙ ИНДЕКС

QUANTITATIVE LICHENOINDICATION: LICHEN INDEX

Количественная лихеноиндикация – основа мониторинговых изысканий и экологической экспертизы при оценке общего состояния сред обитания. Рекомендован лишайниковый индекс, учитывающий отношение площади слоевищ лишайников к площади поверхности дерева, на котором они растут. Лишайниковый индекс – объективный количественный показатель обилия лишайников-биоиндикаторов, на основе которого выделяются изотоксичные зоны по общему состоянию атмосферы любой урбоэкосистемы. При вычислении лишайникового индекса устраняются субъективные факторы: констатация наличия/отсутствия лишайников, оценки их обилия, наблюдается упрощение метода, уменьшение трудоемких определений видового состава эпифитной лихенофлоры; индекс лихеноиндикации не содержит переменных, определяемых субъективно; возможно применение без метода экспертных оценок.

Ключевые слова: количественная лихеноиндикация, лишайниковый индекс, экологический мониторинг, общее состояние атмосферы.

Quantitative lichenoidication is the basis of the monitoring survey and ecological expertise in the assessment of the General condition of the habitats. Recommended lichen index, taking into account the ratio of the species of lichens to the surface area of the tree on which they grow. Lichen index – objective quantitative indicator of the abundance of lichens-bioindicators, on the basis of which are allocated izotoxic zone on the General condition of the atmosphere of any urboecosystems. When calculating the lichen index eliminate subjective factors: a statement of the presence/absence of lichens, the assessment of their abundance, there is a simplification of the method, the decrease in labour-intensive definitions of species composition эпифитной of lichen species; index by lichen indication does not contain variables, defined by subjective; it is possible to use without a method of expert estimations.

Keywords: quantitative lichenoidication, lichen index, ecological monitoring, and the General state of the atmosphere.

Лихеноиндикационные исследования в течение более ста лет позволили создать комплексную систему применения лишайников и лишайниковых группировок в мониторинге, экологической экспертизе [1, 4, 5]. Основная задача развития этого метода биоиндикации на современном этапе – повышение точности, надежности, значимости количественных характеристик лишеноиндикционных работ и сокращение трудозатрат при их проведении.

Цель работы – представить новый количественный лишеноиндикационный индекс для оценки общего состояния атмосферы и обосновать его применение для экомониторинга, нормативов качества среды обитания и выделения изотоксичных зон изучаемых территорий.

Объективный количественный показатель информативности лишайников как биоиндикаторов отражает их распространение по стволу дерева, выражающееся в общей площади слоевищ и площади древесных стволов, занятых лишайниками, т.е. лишайниковый индекс, рассчитываемый по формуле:

$$L = \frac{\pi(d_1 + d_2)^2}{4DH} N,$$

где L – лишайниковый индекс, d_1 – минимальный размер диаметра слоевища лишайников (лишайниковой куртины (см)), d_2 – максимальный размер диаметра слоевища лишайников (лишайниковой куртины (см)), D – обхват дерева (см), H – расстояние от земли, выше которого нет двух талломов, расположенных друг от друга ближе, чем на $10 d_2$, N – число талломов модельных видов лишайников на дереве.

Номенклатура видов лишайников указана согласно «Списку лишенофлоры России» (2010), сосудистых растений – по сводке С.К. Черепанова (1995) [3, 6].

Для исследований рекомендовано использовать эпифитные виды-эвритопы, «модельные» объекты листоватой жизненной формы, широко распространенные в условиях малых, средних и крупных городов, образующие четко отграниченные куртины на стволах деревьев (*Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *X. polycarpa* (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *H. tubulosa* (Schaer.) Hav., *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., виды рода *Physcia*).

Лишайниковый индекс рассчитывался для территорий крупного города – Брянска, поселка городского типа Навля Брянской области [2].

Город Брянск расположен на западной окраине Среднерусской возвышенности, на обоих берегах реки Десны при впадении в неё Болвы и Снежети. Площадь города 230 км², население 432 тыс. жителей. Основные отрасли промышленности – машиностроение, металлообработка, развиты химическая, электротехническая и электронная, деревообрабатывающая, текстильная, пищевая промышленность. Крупные предприятия: «Брянский машиностроительный завод», «Бежицкий сталелитейный завод», ЗАО «Брянский автомобильный завод», «Брянский камвольный комбинат», «Брянский молочный

комбинат».

Пгт Навля – административный центр Навлинского района Брянской области. Площадь города – 15,9 км² [2], население 14, 3 тыс. жителей. Экономическая карта Навли представлена в основном предприятиями машиностроительной отрасли производства (автоагрегатный завод, авторемонтный завод, завод «Промсвязь»), а также Навлинский пищекомбинат, деревообрабатывающий завод, развито производство асфальтобетона.

Карты городов разбивались на сеть квадратов произвольного масштаба: г. Брянска – на 152, пгт. Навля – на 35 квадратов. Квадраты принимались за учетные (пробные площадки). В каждом их квадратов произвольно обследовались зеленые насаждения различного целевого назначения. Исследование эпифитной лишенофлоры проводилось для четырех видов деревьев, наиболее распространенных в посадках: *Betula pendula* Roth (березы повислой) с обхватом ствола 60-70 см, *Tilia cordata* Mill. (липы сердцелистной) – 75-85 см, *Acer platanoides* L. (клена остролистного) – 80-90 см, *Populus nigra* L. (тополя черного) – 85-95 см. В каждом из квадратов обследовалось не менее 7 деревьев каждого вида, всего в г. Брянске – 5 000 деревьев, в г. Навля – 1100 деревьев. Для каждого вида дерева вычислялся лишайниковый индекс (L), рассчитывалось среднее значение индекса (M) в каждом из квадратов, устанавливались отклонения от среднего значения (m) с использованием общепринятых методов статистики [7].

Параллельно проводимым исследованиям устанавливались некоторые общеиспользуемые вспомогательные характеристики в лишеноиндикации: число деревьев (по видам) с развитым эпифитным лишайниковым покровом.

В таблице 1 показаны полученные значения лишайникового индекса для крупного и малого города с учетом видового состава деревьев и двух модельных видов листоватых лишайников – *Xanthoria parietina*, *Parmelia sulcata*. Их морфологические отличия ясно выражены: у ксантории почвенной желто-оранжевое слоевище, у пармелии козлиной – серовато-голубоватое.

Результаты статистической обработки данных показывают, что по значению лишайникового индекса (L) все обследуемые квадраты городских территорий – крупного и малого города – можно объединить в достоверно различающиеся ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$) три группы: зону значительного общего загрязнения сред обитания (наименьшие значения L), среднего и слабого загрязнения (наибольшие значения L). В зону наименьшего загрязнения по значениям лишайникового индекса попали квадраты, расположенные на окраинах городов, а также в крупных городских парках и скверах. В зону наибольшего загрязнения объединены квадраты по лишайниковому индексу, вычисленному для квадратов около крупных автодорог, некоторых промышленных предприятий, около авто- и железнодорожных вокзалов.

Таблица 1.

Значения лишайникового индекса (L)
для территории крупного и малого городов Брянской области

	L Число квадратов		
г. Брянск, лишеноиндикатор – <i>Xanthoria parietina</i>			
Вид дерева и показатели индекса	1 группа	2 группа	3 группа
<i>Betula pendula</i>	<u>0,0052</u> 44	<u>0,014</u> 82	<u>0,190</u> 26
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	12±0,8	19±1,3	36±3,2
Среднее число талломов на стволе	30±1,4	32,5±1,2	41±2,8
<i>Tilia cordata</i>	<u>0,0057</u> 51	<u>0,021</u> 80	<u>0,220</u> 21
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	11±0,6	23±1,4	31±2,7
Среднее число талломов на стволе	28±1,5	33±2,1	39±2,8
<i>Populus nigra</i>	<u>0,0063</u> 49	<u>0,018</u> 79	<u>0,27</u> 24
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	14±0,7	25±1,5	35±4,2
Среднее число талломов на стволе	32±2,5	37±3,1	48±3,9
<i>Acer platanoides</i>	<u>0,0066</u> 46	<u>0,018</u> 82	<u>0,27</u> 24
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	17±0,8	24±1,5	33±2,6
Среднее число талломов на стволе	33±2,8	41±2,6	45±3,2
пгт. Навля, лишеноиндикатор – <i>Xanthoria parietina</i>			
Вид дерева и показатели индекса	1 группа	2 группа	3 группа
<i>Betula pendula</i>	<u>0,0086</u> 9	<u>0,038</u> 12	<u>0,310</u> 14
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	15±0,9	19±1,4	37±3,3
Среднее число талломов на стволе	28,5±2,1	34±2,3	39±3,1
<i>Tilia cordata</i>	<u>0,0093</u> 10	<u>0,031</u> 12	<u>0,340</u> 13
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	17±0,9	22±1,9	41±4,0
Среднее число талломов на стволе	27±1,9	37±3,2	44±3,3
<i>Populus nigra</i>	<u>0,0094</u> 8	<u>0,037</u> 11	<u>0,420</u> 16
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	18±0,9	28±1,8	42±3,5
Среднее число талломов на стволе	29±2,1	38±3,5	45±4,2
<i>Acer platanoides</i>	<u>0,0092</u> 11	<u>0,031</u> 11	<u>0,290</u> 13
Проективное покрытие стволов (M±m,в %)	16,5±0,7	26±2,3	37±3,4
Среднее число талломов на стволе	24±2,5	33±3,7	41±4,3

Установлено, что значение параметра лишайникового индекса находится в прямопропорциональной зависимости от расстояния до дороги и может быть описано уравнением:

$$L = (-3,09 + 0,376S)10^{-3}$$

Качественные признаки – проективное покрытие ствола дерева (форофита) лишайниками в исследуемых квадратах зоны наибольшего и среднего загрязнения различаются недостоверно ($t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$).

Во всех случаях используемый лишайноиндикационный индекс позволяет уменьшить субъективность подхода к биоиндикации, применить количественные критерии, оценить уровни антропогенного воздействия на городские поселения разных групп, проводить картирование территории городских поселений на основе количественного индекса, сравнить дан-

ные многолетних наблюдений при биомониторинге.

Таким образом, предлагаемый индекс лишайноиндикации позволяет адекватно оценивать состояние сред обитания в урбоэкосистемах (при воздействии определённого негативного фактора или комплекса факторов) при биоиндикационных исследованиях, уменьшить субъективность биоиндикации, повысить точность и прогностическую ценность полученных данных для учёта конкретного антропогенного воздействия, что сократит расходы и увеличит точность работ в биомониторинге при зонировании территорий городских поселений, уменьшить трудоёмкость операций при натурных исследованиях, не содержит переменных, определяемых субъективно; возможно применение без метода экспертных оценок.

Библиографический список

1. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Изд-во «Научный Мир», 2002. 336 с.
2. Карты городов России. Брянская область. М.: Роскартография, 1997. 20 с.
3. Список лишенофлоры России. СПб, 2010. 194 с.
4. Трасс Х.Х. Анализ лишенофлоры Эстонии: Автореф.дисс. ...докт.биол.наук. Л.: БИН АН СССР, 1968. 80 с.
5. Трасс Х.Х. Классы полевотолерантности лишайников и экологический мониторинг //Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1985. Т.7. С. 122-137.
6. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
7. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.

References

1. Biazrov L.G. Lichens in environmental monitoring. M: Publishing house «Scientific World», 2002. 336 p.
2. Maps of the cities of Russia. Bryansk region. M: fsgk, 1997. 20 S.
3. List of lichen flora of Russia. Petersburg 2010. 194 p.
4. Tracks H.H. Analysis of lichen flora of Estonia: Abst. ... of the doctor of biological sciences HP: BIN Academy of Sciences of the USSR, 1968. 80 p.
5. Tracks H.H. Classes poleotolerantion of lichens and ecological monitoring // Problems of ecological monitoring and modelling of ecosystems. HP, 1985. Vol.7. Pp. 122-137.
6. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and neighboring countries. SPb.: World and family, 1995. 992 p.
7. Schmidt V. Mathematical methods in botany. HP: Izd-vo LGU, 1984. 288 p.

УДК 58.02

UDC 58.02

А.В. ГОРНОВ

A.V. GORNOV

кандидат биологических наук, заместитель директора Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
E-mail: aleksey-gornov@yandex.ru

candidate of science, deputy director Center for Forest Ecology and Productivity of the RAS
E-mail: aleksey-gornov@yandex.ru

**ВЛИЯНИЕ СЕНОКОШЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ
ВЛАЖНЫХ ВНУТРИЛЕСНЫХ ЛУГОВ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ***

**THE HAYMAKING INFLUENCE ON THE STATE OF CENOPOPULATIONS OF SOME PLANT SPECIES
ON WET MEADOWS INSIDE THE FORESTS IN BRYANSK REGION**

Показано влияние разных режимов сенокоса на состояние ценопопуляций некоторых видов растений влажных внутрилесных лугов. Для большинства исследуемых видов оптимальные условия складываются при сенокосе, проводимом один раз в два-три года. Здесь их ценопопуляции характеризуются полночленными онтогенетическими спектрами и высокой плотностью особей. Ежегодное сенокосение – менее благоприятный режим природопользования для исследуемых растений. При отсутствии сенокоса в течение 4-10 и более лет луга зарастают высокотравьем или древесной растительностью, из-за чего ценопопуляции исследуемых луговых видов постепенно вытесняются из сообществ.

Ключевые слова: сенокосение, влажный внутрилесной луг, ценопопуляция, онтогенетический спектр.

It has been represented the influence of different types of haymaking on the state of cenopopulations of some plant species on wet meadows inside forests. For the most of species optimal conditions develop if haymaking had been made once in 2-3 years. Such cenopopulations have full ontogenetic spectrum and high dencity of the individuals. Annual haymaking is less favourable type of management of nature for these plants. Absence of the haymaking during 4-10 and more years leads to overgrowing by the tall herbage or by the trees. As a result the populations of the meadowy species are forced out gradually from the cenosis.

Keywords: haymaking, wet meadow inside the forest, population, ontogenetic spectrum.

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-04-01448-а, № 12-04-33193-мол_а_вед., государственного контракта №14.515.11.0014 от 14.03.2013 г. и МК-7008.2013.4.

Современные внутрилесные луга поддерживаются выпасом, сенокосением, намеренными палами и другими мероприятиями, направленными на сдерживание древесной растительности [2, 10]. При этом хозяйственная деятельность человека неоднозначно влияет на луга. С одной стороны, чрезмерная интенсивность перечисленных видов природопользования – основная причина снижения флористического разнообразия лугов [4], а с другой стороны, забрасывание лугов приводит к их зарастанию и вытеснению из сообществ многих светолюбивых видов [16]. Цель работы – показать влияние разных режимов сенокосения на состояние ценопопуляций луговых растений.

Материал и методы

Материал собран на влажных внутрилесных лугах Неруссо-Деснянского полесья (НДП). Этот физико-географический район расположен в бассейне среднего течения реки Десны в юго-восточной части Брянской области. В ботанико-географическом плане НДП принадлежит Полесской подпровинции Восточноевропейской широколиственной провинции [12].

В качестве объекта исследования выбраны ценопопуляции шести модельных видов луговых растений: *Dactylorhiza longifolia* (L. Neum.) Aver., *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), *Ophioglossum vulgatum* L., *Parnassia palustris* L., *Thalictrum lucidum* L. Они играют разную роль (эдификаторную или подчиненную) в сообществах и неодинаково реагируют на режим сенокосения. Например, *Filipendula ulmaria* – распространенный доминант влажных лугов, сдающий свои позиции при ежегодном сенокосении [13, 18], а *Dactylorhiza longifolia* – ассектатор, занесенный в Красную Книгу России [6], для устойчивого существования популяций которого необходимо регулярное сенокосение [3].

В работе использованы популяционно-онтогенетические, геоботанические и статистические методы. Рассмотрим их подробнее.

Популяционно-онтогенетические методы. В исследовании применена периодизация онтогенеза, предложенная Т.А. Работновым [11], учтены дополнения, разработанные другими авторами для семенных и споровых растений. Для каждого вида определена счетная единица, наиболее подходящая для проведения популяционных исследований. Среди изученных видов у *Parnassia palustris*, *Thalictrum lucidum* и *Dactylorhiza longifolia* на всех этапах онтогенеза счетная единица – особь; у *Filipendula ulmaria* на начальных этапах развития счетная единица – особь, а затем – парциальный побег; у *Epipactis palustris* и *Ophioglossum vulgatum* на всех этапах онтогенеза счетная единица – парциальный побег. В работе все счетные единицы рассматриваются как аналог особи. При изучении ценопопуляций модельных видов растений закладывались квадратные площадки размером 1 м² в 20-кратной повторности в каждом

варианте исследуемых сообществ. Расположение площадок определялось экологической плотностью особей модельных видов. Экологическая плотность ценопопуляции – среднее число особей на единицу обитаемого пространства [9]. На каждой площадке устанавливалось число особей (парциальных побегов) модельного вида в каждом онтогенетическом состоянии. При анализе состояния ценопопуляций модельных видов сравнивались их онтогенетические спектры по набору онтогенетических состояний и по их плотности.

Геоботанические методы. В каждом варианте сообществ сделаны геоботанические описания на квадратных площадках размером 100 кв. м. На всех площадках составлялся полный флористический список с учетом ярусной структуры растительности. В каждом ярусе определялось проективное покрытие всех видов в его составе. Для определения проективного покрытия использовалась шкала Ж. Браун-Бланке [8]. Латинские названия сосудистых растений даны по С. К. Черепанову [15]. В каждом типе сообществ измерена освещенность люксметром Testo-540. Она определялась по методике В.А. Алексеева [1] на уровне трав относительно небольших размеров и считалась полной (100%) на ежегодно косимых лугах. Измерения проведены три раза в день: в 11.00, в 14.00 и в 17.00 часов в 11-кратной повторности (табл. 1).

Статистические методы. Для выделения сходных групп популяционных площадок, принадлежащих разным сукцессионным стадиям развития луговых сообществ, использовалась ординация. Для ординации применен метод бестрендового анализа соответствий (DCA, Detrended Correspondence Analysis). Этот метод эффективно работает с гетерогенными данными [5]. Для расчетов использовали пакет PC-ORD.

Результаты и их обсуждение

До середины 80-х годов XX века большую часть исследуемых лугов интенсивно косили, а остальные – использовали под пашню. В последующие годы пашню оставили, одни луга косили регулярно, а другие забросили. Это стало причиной зарастания части луговых ценозов. К моменту исследования на лугах сформировалось несколько вариантов сообществ с разными режимами сенокосения: ежегодно косимые луга, которые сформировались на заброшенной пашне (залежь); ежегодно косимые луга, которые не распахивались; луга, косимые раз в 2-3 года; луга, заросшие кустарниками и подростом деревьев; луга, заросшие высокотравьем; луга, заросшие деревьями. Ординация популяционных площадок с модельными видами из этих местообитаний, проведенная при помощи программы PC-ORD, четко разделила их на группы. Ниже показано несколько примеров (рис. 1).

Рассмотрим состояние ценопопуляций модельных растений в этих сообществах. Поскольку виды неодинаково реагируют на режимы сенокосения и

при некоторых режимах существовать не могут, то структура ценопопуляций охарактеризована в тех сообществах, где они были обнаружены.

Ежегодно косимые луга, которые сформировались на заброшенной пашне (рис. 2, а). Эти ценозы перестали пахать 15 лет назад. На заброшенную пашню внедрились растения из примыкающих лугов. В результате сформировались сообщества с общим проективным покрытием травяного яруса 90-100%. Здесь преобладают травы относительно небольших размеров, среди которых высока доля сухолуговых растений: *Achillea millefolium* (L.) Moench, *Anthoxanthum odoratum* (L.) Rich., *Festuca rubra* L., *Prunella vulgaris* L., *Veronica chamaedrys* L. и др. При этом из шести исследуемых видов растений отмечены ценопопуляции только двух: *Dactylorhiza longifolia* и *Thalictrum lucidum*. За 15 лет отсутствия распашки плотность ценопопуляций достигла относительно высоких значений: у пальчатокоренника – 14 особей на 1 м², а у василисника – 26 особей на 1 м². Ценопопуляции обоих видов характеризуются полночленными онтогенетическими спектрами и значительным участием ювенильных (*j*) и имматурных (*im*) растений.

Ежегодно косимые луга, которые не распахивались (рис. 2, б). Нераспаханные луга отличаются от обрабатываемых угодий сформированной дерновиной, развитым биогенным микрорельефом, наличием ветоши и подстилки. Перечисленные особенности увеличивают влажность приземных слоев воздуха и поверхностных слоев почвы сообществ [14]. Это определяет доминирование влажно-луговых трав: *Carex nigra* (L.) Reichard, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale* L., *Polygonum bistorta* L. и др. Здесь отмечены ценопопуляции четырех видов модельных растений, которые можно разделить на две группы. Первая группа (*Dactylorhiza longifolia*, *Filipendula ulmaria* и *Thalictrum lucidum*) формирует генеративные (*g*) побеги при ежегодном укосе травы, а вторая (*Epipactis palustris*) – не формирует. У видов первой группы онтогенетические спектры полночленные, но при этом плотность *g* растений низкая. Видимо, ежегодное скашивание препятствует виргинильным (*v*) особям накапливать достаточное количество пластических веществ, которое необходимо для цветения и плодоношения. Вид второй группы сильнее страда-

ет от скашивания и его ценопопуляция отличается неполночленным онтогенетическим спектром, где практически отсутствуют *g* растения.

Луга, косимые раз в 2-3 года (рис. 2, в). На лугах местами разрастается высокотравье: *Filipendula ulmaria*, *Carex acuta* L. По зоогенным нарушениям внедряются древесные растения: *Salix cinerea* L., *S. aurita* L., *S. rosmarinifolia* L., *Betula pubescens* Ehrh. и др. Такой режим сенокосения позволяет древесным растениям перейти в *im* состояние, прежде чем они будут срезаны косой. В этих сообществах освещенность на уровне трав относительно небольших размеров составляет около 50%. (табл. 1). Здесь отмечены ценопопуляции пяти видов растений, которые неодинаково реагируют на такой режим сенокосения. Для *Dactylorhiza longifolia*, размножающегося только семенным путем и характеризующегося высокой семенной продуктивностью, а также для *Filipendula ulmaria*, размножающейся и семенным, и вегетативным способами, характерна максимальная популяционная плотность. Онтогенетический спектр полночленный двувёршинный с максимумами на молодых и плодоносящих особях. Первый из этих максимумов связан с тем, что в году между скашиваниями луговые растения формируют большое количество семян [17]. В дальнейшем они могут массово прорасти. *Thalictrum lucidum*, который размножается только семенным путем и характеризуется относительно невысокой семенной продуктивностью, отличается низкой популяционной плотностью. Онтогенетический спектр неполночленный правосторонний с максимумом на *g* растениях. У *Epipactis palustris* и *Ophioglossum vulgatum* за счет высокой вегетативной продуктивности формируется максимальная плотность. Онтогенетический спектр у обоих видов полночленный одновёршинный с максимумом на *v* особях. Это связано с тем, что при вегетативном размножении *g* особи дремлика и спороносящие (*sp*) особи уховника омолаживаются в основном до *v* состояния и, следовательно, значительно увеличивается плотность их взрослых особей.

При отсутствии сенокосения в течение 4-10 лет формируются два варианта сообществ: 1) луга, заросшие кустарниками и подростом деревьев; 2) луга, заросшие высокотравьем, где доминирует *Filipendula ulmaria*. Первые сообщества формируются, если ка-

Таблица 1.

Значение освещенности в разное время суток на лугах разных стадий зарастания

Стадии зарастания лугов	11.00			14.00			17.00		
	max	min	x	max	min	x	max	min	x
Ежегодно косимые луга (залежь и нераспахиваемые луга)	87620	61400	70833	96220	84860	89601	75240	40000	64689
Луга, косимые раз в два-три года	25080	7667	13932	83590	8270	35775	67250	4027	22323
Луга, заросшие высокотравьем.	990	260	639	1800	570	1095	958	215	573
Луга, заросшие кустарниками и подростом деревьев	4701	1015	2405	11542	2372	5213	4152	1160	1999
Луга, заросшие деревьями.	6570	1000	2601	11484	1230	4565	3235	540	1419

Примечание. Значения освещенности даны в lux; min – минимальное значение, max – максимальное значение, x – среднее значение.

баны перерывают луга и создают нарушения, по которым приживаются сеянцы кустарников и деревьев. Вторые ценозы появляются, когда кабаны долго не перерывают некосимые луга.

Луга, заросшие кустарниками и подростом деревьев (рис. 2, г). При отсутствии сенокосения в течение 4-10 лет на лугах могут разрастаться кустарники и подрост деревьев. Это случается, если кабаны перерывают луг и создают нарушения, на которых массово приживаются *Salix cinerea*, *S. rosmarinifolia*, *S. pentandra* L., *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris* L. и др. В таких сообществах освещенность на уровне трав относительно небольших размеров составляет 4-7% от полной. Здесь встречаются ценопопуляции шести исследуемых видов: *Dactylorhiza longifolia*, *Epipactis palustris*, *Filipendula ulmaria*, *Ophioglossum vulgatum*, *Parnassia palustris* и *Thalictrum lucidum*. Для всех растений характерна невысокая плотность особей. При этом у одних видов (*Filipendula ulmaria*, *Ophioglossum vulgatum*, *Parnassia palustris*) онтогенетические спектры полночленные, а у других (*Dactylorhiza longifolia*, *Epipactis palustris*, *Thalictrum lucidum*) – прерывистые. В последнем случае в спектрах отсутствуют молодые особи. Это свидетельствует о нарушении непрерывного оборота поколений в ценопопуляциях.

Луга, заросшие высокотравьем (рис. 2, е). При отсутствии сенокосения в течение 4-20 лет луга полностью зарастают конкурентной *Filipendula ulmaria*, которая, перехватывая свет, вытесняет многие луговые травы и не дает внедряться новым растениям. Под пологом высокотравья освещенность составляет 2-3% от полной. Ценопопуляция *Filipendula ulmaria* характеризуется неполночленным правосторонним онтогенетическим спектром и высокой плотностью *g* особей. При этом таволга способна длительно удерживать за собой территорию за счет вегетативного размножения с неглубоким омоложением: старые генеративные (*g*₃) парциальные побеги непрерывно сменяются *v* и молодыми генеративными (*g*₁) побегами, которые формируются из многочисленных почек возобновления, которые расположены в основании парциальных побегов. В зарослях *Filipendula ulmaria* сохранился *Ophioglossum vulgatum*. Его ценопопуляция отличается фрагментарным онтогенетическим спектром, где представлены только единичные угнетенные особи. Площадь высокотравных лугов может

достигать нескольких гектаров. При возобновлении сенокосения восстановление популяций утраченных видов будет проблематично. Это связано с небольшой дальностью распространения диаспор луговых трав [7].

Луга, заросшие деревьями (рис. 2, д). При отсутствии сенокосения 11-20 и более лет на лугах появляется ярус деревьев из *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Salix pentandra* и др. Их сомкнутость достигает 30-80%, а высота – 10-15 м. В травяном ярусе преобладает высокотравье (*Carex cespitosa* L., *Filipendula ulmaria*, *Scirpus sylvaticus* L. и др.), проективное покрытие которого ниже, чем на монодоминантных таволговых лугах. Овещенность на уровне трав относительно небольших размеров составляет 3-5% от полной. Здесь отмечены ценопопуляции пяти видов исследуемых растений. Для *Filipendula ulmaria* и *Ophioglossum vulgatum* характерны низкая популяционная плотность и прерывистые онтогенетические спектры. Это указывает на нарушение устойчивого оборота поколений. У *Dactylorhiza longifolia*, *Epipactis palustris* и *Thalictrum lucidum* ценопопуляции отличаются чрезвычайно низкой плотностью и фрагментарными онтогенетическими спектрами. Это указывает на очень неустойчивое состояние и возможную гибель их ценопопуляций в ближайшие годы.

Заключение. Установлено, что для большинства исследуемых видов оптимальные условия складываются при сенокосении, проводимом один раз в два-три года. В этом случае их ценопопуляции характеризуются полночленными онтогенетическими спектрами и высокой плотностью, что свидетельствует об устойчивом обороте поколений. Ежегодное сенокосение – менее благоприятный режим природопользования для исследуемых видов растений. При заготовке сена срезаются и удаляются из сообщества генеративные побеги с плодами и семенами. Это значительно сокращает пополнение ценопопуляций молодым семенным поколением. В итоге может нарушиться непрерывный оборот поколений. При отсутствии сенокосения в течение 4-10 и более лет луга зарастают высокотравьем или древесной растительностью, которые, перехватывая свет, постепенно вытесняют из сообществ ценопопуляции большинства исследуемых луговых видов.

Библиографический список

1. Алексеев В.А. Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. 228 с.
2. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1. М.: Наука, 2004. 479 с.
3. Горнов А.В. Состояние ценопопуляций *Dactylorhiza longifolia* (Orchidaceae) в Неруссо-Деснянском полесье (Брянская область). Ботанический журнал 2008; 3: 81-92.
4. Горчаковский П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. Екатеринбург: Наука, 1999. 156 с.
5. Джонгман Р.Г.Г., Тер Браак С.Дж.Ф., Ван Тонгерен О.Ф.Р. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. М.: Мир, 1999. 306 с.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. 855 с.
7. Левина Р.Е. Способы распространения плодов и семян. М.: Наука, 1957. 360 с.

8. Миркин Б.М., Розенберг Л.Г., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 224 с.
9. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
10. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России. М.: Научный мир, 2000. 196 с.
11. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. В кн.: Труды БИН АН СССР. Геоботаника. 1950: 7-204.
12. Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 431 с.
13. Рожанская О.А. Влияние удобрений и многократного скашивания на рост и развитие лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.). Биологические науки 1983; 11: 58-63.
14. Семенова-Тян-Шанская А.М. Накопление и роль подстилки в травяных сообществах. Л.: Наука, 1977. 191 с.
15. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
16. Aavik T, Jõgar Ü., Liira J. at al. Plant diversity in a calcareous wooded meadow – The significance of management continuity. Journal of Vegetation Science 2008; 19: 475-484.
17. Falinska K. Seed bank dynamics in abandoned meadows during a 20-year period in the Białowieża National Park. Journal of Ecology 1999; 87: 461–475.
18. Grevilliot F., Muller S. Grassland ecotopes of the upper Meuse as references for habitats and biodiversity restoration: A synthesis. Landscape Ecology 2002; 17: 19–33.

References

1. Alekseev V.A. Forest light status. Leningrad: Nauka, 1975.
 2. Forests of Eastern Europe: Holocene history and modern times. Vol. 1. Moscow: Nauka, 2004.
 3. Gornov A.V. State of *Dactylorhiza longifolia* cenopopulations (*Orchidaceae*) in the Nerusso Desna Polesie. Botanical Journal. 2008; 3: 81-92.
 4. Gorchakovskiy P.L. Anthropogenic transformation and recovery of meadow phytocenosis productivity. Ekaterinburg: Nauka, 1999.
 5. Jongman R.H.G., Ter Braak C.J.F., Van Tongeren O.F.R. Data analysis in community and landscape ecology. Moscow: Mir, 1999.
 6. Red data book of the Russian Federation (plants and fungi). Moscow: Nauka, 2008.
 7. Levina R.E. The modes of fruits and seeds expansion. Moscow: Nauka, 1957.
 8. Mirkin B.M., Rosenberg L.G., Naumova L.G. The vocabulary of modern phytocenology terms. Moscow: Nauka, 1989.
 9. Odum E. Ecology. Vol. 2. Moscow: Mir, 1986.
 10. Estimation and maintenance of tree cover biodiversity on conservation areas of European part of Russia. Moscow: Nauchniy mir, 2000.
 11. Rabotnov T.A. The life cycle of perennial grassy plants in meadow cenosis. Writings of BIN AN SSSR. Geobotany, 1950:7-204.
 12. Flora of the European part of SSSR. Leningrad: Nauka, 1975.
 13. Roghanskaya O.A. Influence of the fertilizers and repeated haymakings on grow and development of meadowsweet (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.). Botanical sciences. 1983; 11: 58-63.
 14. Semenova-Tian-Shanskaya A.M. Accumulation and the role of mulch. Leningrad: Nauka, 1977.
 15. Cherepanov S.K. Tracheophytes of Russia and bordering countries. Sankt-Petersburg: Mir and family, 1995.
 16. Aavik T, Jõgar Ü., Liira J. at al. Plant diversity in a calcareous wooded meadow – The significance of management continuity. Journal of Vegetation Science 2008; 19: 475-484.
 17. Falinska K. Seed bank dynamics in abandoned meadows during a 20-year period in the Białowieża National Park. Journal of Ecology 1999; 87: 461–475.
 18. Grevilliot F., Muller S. Grassland ecotopes of the upper Meuse as references for habitats and biodiversity restoration: A synthesis. Landscape Ecology 2002; 17: 19–33.
-
-

УДК 502.75:582

UDC 502.75:582

Л.Л. КИСЕЛЕВА

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Орловского государственного университета
E-mail: LKiseleva@yandex.ru

L.L. KISELEVA

candidate of Biological sciences, associate professor of Botany Department of Orel State University
E-mail: LKiseleva@yandex.ru

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ОХРАНЫ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

OPTIMIZATION MODEL OF FLORISTIC DIVERSITY ORYOL PROVINCE, USING GIS TECHNOLOGIES

В статье описан более чем 10-летний опыт использования ГИС для оптимизации охраны флористического разнообразия Орловской области. В среде MapInfo созданы тематические слои флористического разнообразия, которые затем были использованы для издания Красной книги, Атласа редких и охраняемых растений Орловской области, обоснования выделения новых особо охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: ГИС MapInfo, модель оптимизации охраны флористического разнообразия, Орловская область.

This article describes more than 10 years of experience in the use of GIS to optimize protection of floristic diversity of Orel province. The program was created by MapInfo thematic layers floristic diversity, which were then used for the publication of the Red Book, Atlas of rare and protected plants of Orel province, justify the allocation of new protected areas.

Keywords: GIS MapInfo, optimization model protection of floristic diversity, Orel province.

В последние десятилетия в различных областях биологии и экологии как в нашей стране, так и за рубежом все чаще используются ГИС-технологии, например, при построении карт растительности [4,30], моделировании распространения видов с использованием карт экологических факторов среды [27], моделировании динамики растительности при изменении климатических условий [25], решении экологических и эволюционных вопросов (ГИС-базовые модели используются для определения родственных видов, обитающих в различных климатических зонах) [28], для выявления закономерностей и процессов в области палеобиогеографии [29], картировании распространения древесно-кустарниковой растительности [17] и т.д.

В хорологии ГИС в настоящее время используется для всех трех основных методов картирования ареалов видов: сеточного, точечного и контурного.

Метод сеточного картирования широко используется в странах Европы. Он применяется на протяжении нескольких десятилетий для картографирования сосудистых растений Европы. С 1972 г. выходит Атлас флоры Европы (Atlas Florae Europaeae) [26]. К настоящему времени вышло 15 томов. Хорологические данные приведены на картах с сеткой примерно 50 × 50 км на основе проекций Universal Transverse Mercator (UTM) и Military Grid Reference System (MGRS). Распространение таксонов обозначено различными символами, в соответствии со статусом таксона в ячейке картографической сетки. Символы отражают 6 категорий: 1) местные виды

(включая археофиты), статус неизвестен или неясен, 3) адвентивные растения (акклиматизировавшиеся виды), 4) вероятно вымершие или, по крайней мере, не отмеченные с 1950 г., 5) вымершие, 6) находка не точна в отношении определения и/или местонахождения [23].

В отечественной флористике метод сеточного картирования наиболее полно нашел свое отражение в работах А.П. Серёгина. Так, для территории национального парка «Мещёра» им приводятся картосхемы распространения почти 700 видов сосудистых растений [19], а для территории Владимирской области – 1371 вида сосудистых растений и 20 видов мохообразных [20].

В нашей стране для отражения ареалов видов растений наиболее широко используется точечный и контурный методы [2,3]. Метод точечного картирования с использованием ГИС-технологий в последнее 10-летие используется для создания карт редких и охраняемых растений как отдельных регионов [12,21], так и ООПТ, например, национального парка «Лосиный остров» [1], Мордовского заповедника и национального парка «Смольный» [24].

Независимо от использованного метода картирования в среде ГИС, полученные тематические карты флористического разнообразия, могут быть использованы в сопряженном картографическом анализе для различных целей. Так, например, в ряде работ на основе пространственного ГИС-анализа проведена оценка природоохранного статуса территорий [8,22]. В работе А.А. Савельева [18] на основе

геоинформационного подхода проведены: анализ биохорологического разнообразия и моделирование пространственной структуры растительного покрова (на примере Республики Татарстан предложена вероятностная модель флористического состава растительного покрова). М.В. Кожевниковой [11] на основе выявленных закономерностей хорологии флоры высших сосудистых растений в пределах Раифского участка Волжско-Камского Государственного Природного Заповедника (ВКГПЗ) выделены территориальные флористические комплексы топологического уровня.

С 1999 г. в Орловской области ведется работа по оптимизации охраны флористического разнообразия с использованием ГИС-технологий (рис. 1).

При выборе программного средства ГИС нами были проанализированы следующие продукты, присутствующие на рынке России: ArcInfo, ArcView, MicroStation, AutodeskWorld, TNTmips, MapInfo, а также GRASS. Была выбрана программа MapInfo, которая на сегодняшний день является наиболее популярным и активно развивающимся пакетом на рынке настольных геоинформационных систем. Впервые MapInfo появилась в 1985 г. Официальным дистрибьютером MAPINFO CORP. в России является компания ESTI MAP [16].

Работа по оптимизации охраны флористического разнообразия с использованием ГИС-технологий включает несколько направлений:

1. В среде MapInfo созданы тематические слои «Редкие и охраняемые растения Орловской области», «Памятники природы Орловской области» и «Ботанические ядра экологической сети Орловской области» [7,15], которые были использованы для построения схемы экологической сети Орловской области [14]; был также разработан и принят закон «О сети особо охраняемых природных территорий». Эта работа была поддержана грантом Всемирного Фонда Дикой Природы (WWF) RU 0068.01 «Создание экологической сети» (1999-2002 г.г.) и грантом РФФИ № 05-07-96400 «Определение тенденций природно-антропогенной поляризации территории Орловской области: геоинформационная система для разработки стратегий оптимизации природопользования, охраны природы и социально-экономического планирования» (2006-2007 г.г.).

В 2002 г. в рамках проекта «Программа ПРООН-ГЭФ оздоровления бассейна Днепра» по гранту «Проведение тренинга по использованию ГИС-технологий в природоохранной деятельности общественными организациями (район Российской

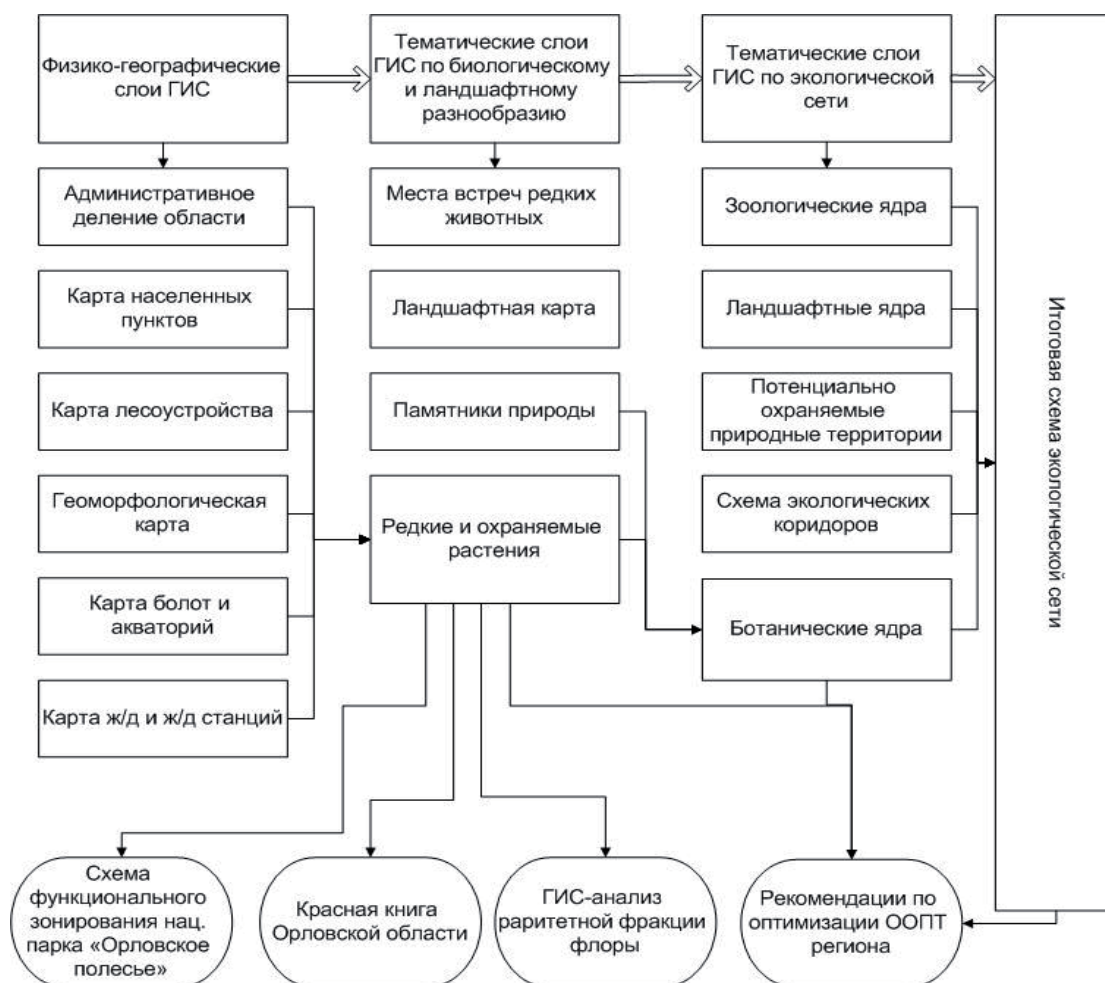


Рис. 1. Модель использования ГИС-технологий для оптимизации охраны флористического разнообразия региона (на примере Орловской области).

части бассейна Днепра)» (IDRC #6.8, GEF#51800) были проведены семинары с 12 НГО (негосударственные организации) России на темы: «Методики создания баз данных и ГИС»; «Методики анализа, картирования биоразнообразия и методы восстановления экосистем».

2. Работа над созданием Красной книги Орловской области (2003-2007). В 2003 и 2004 г. при выполнении контрактов с Министерством природных ресурсов РФ «Рекомендации по улучшению работы в области охраны окружающей среды, сохранения биоразнообразия и экологической безопасности в областях Центрального региона» и «Внедрение баз данных МПР России по редким и находящимся под угрозой исчезновения видам на региональном уровне для федеральных государственных нужд» были разработаны критерии для внесения и исключения видов из списка в региональную Красную книгу. В 2005 г. при поддержке гранта Программы Ford Motor Company по защите окружающей среды и культурных ценностей на тему «Красная книга Орловской области: на пути к первому изданию» был подготовлен компьютерный диск «На пути к Красной книге Орловской области. Высшие растения», который был бесплатно распространен среди студентов, учителей и школьников Орловской области (более 100 дисков). Содержание этого диска легло в основу раздела «Растения» Красной книги Орловской области [9].

3. Проведение ГИС-анализа раритетной фракции флоры [6,10], выпуск Атласа редких и охраняемых растений Орловской области в 2012 г. (в

соавторстве с О.М. Пригоряну, А.В. Щербаковым, Н.И. Золотухиным) [5]. В книге приведена информация о 367 видах редких и охраняемых сосудистых растений Орловской области. Каждый вид кратко охарактеризован по следующей схеме: тип ареала, распространение в Средней России и в Орловской области, жизненная форма, местообитания, представленность в Красных книгах Орловской и сопредельных областей. Карты, иллюстрирующие распространение видов в пределах региона, построены на основе картографической базы данных MapInfo. Специальные разделы книги посвящены изменениям растительности региона за последние 400 лет, истории изучения флоры; в заключительных главах представлены: обзор репрезентативности редких и охраняемых растений Орловской области за последние 150 лет; специфика флоры бассейнов реки Оки, притоков Дона и Десны в Орловской области; репрезентативность растений Красной книги Российской Федерации [13] и региональной Красной книги [9] на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Орловской области.

4. Схема экологической сети Орловской области (включая и ботанические ядра), была использована для организации новых ООПТ – 7 государственных природных заказников, общей площадью 127 039 га. В 2012 г. в Орелоблэкоконтроль передано научное обоснование для придания 3-м лугово-степным участкам: «Урочище Круча», «Остатки Бобринской степи» и Урочище «Агрызкина гора» и «Пожидаев лог» статуса ООПТ – памятника природы.

Библиографический список

1. Аверченков И.М., Толстенков О.О. Применение картирования ареалов редких видов растений с использованием ГИС как одного из методов мониторинга природной среды на территории парка «Долина реки Сходни в Куркино» // Состояние природных комплексов на особо охраняемых природных территориях: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию национального парка «Лосиный остров» (18-20 сент. 2008 г.). М., 2008. С. 46-49.
2. Ареалы деревьев и кустарников СССР. В трех томах. / Соколов С.Я., Связева О.А., Кубли В.А. и др. Т. 1. Л.: Наука, 1977. Л. 1-164.
3. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / Под ред. П.С. Чикова. М., 1983. 340 с.
4. Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий. М., ПАИМС, 1996. 144 с.
5. Атлас редких и охраняемых растений Орловской области: Монография / Л.Л. Киселева, О.М. Пригоряну, А.В. Щербаков, Н.И. Золотухин / Под ред. М.В. Казаковой. Орел, Издатель Александр Владимирович Воробьев, 2012. 468 с.
6. Киселева Л.Л. Гис-анализ раритетной фракции флоры Орловской области // Проблемы региональной экологии. 2012. № 5. С. 139-143.
7. Киселева Л.Л., Пригоряну О.М. Методика выделения ядер экологической сети Орловской области по ботанико-географическому признаку // Флора и растительность Центрального Черноземья: материалы науч. конф. Курск, 2002. С. 56-60.
8. Киселева Л.Л., Пригоряну О.М. Выделение ключевых ботанических территорий Экологической сети Орловской области с использованием ГИС // Изуч. флоры Вост. Европы: достижения и перспективы: тез. докл. междунар. конф. (Санкт-Петербург, 23-28 мая 2005 г.). М.; СПб., 2005. С. 40.
9. Киселева Л.Л., Пригоряну О.М. Отдел Покрытосеменные // Красная книга Орловской области. Грибы. Растения. Животные / отв. ред. О.М. Пригоряну. Орел, 2007. С. 22-105.
10. Киселева Л.Л., Пригоряну О.М. Репрезентативность сосудистых растений Красной книги Российской Федерации и Красной книги Орловской области на особо охраняемых природных территориях региона // Проблемы региональной экологии. 2012. № 5. С. 157-160.
11. Кожевникова М.В. Выделение флористических комплексов на ландшафтной основе средствами геоинформ-

мационных технологий: Автореф. дис... канд. биол. наук. Казань, 2000. 20 с.

12. *Красная книга* Брянской области. Растения. Грибы. Брянск: Читай-город, 2004. 272 с.
13. *Красная книга* Российской Федерации (растения и грибы) / сост. Р.В. Камелин и др. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
14. *Пригоряну О.М.* Биогеографические основы экологической сети Орловской области: Дис. ... канд. геогр. наук. М., 2005. 158 с.
15. *Пригоряну О.М., Киселева Л.Л.* Структура и содержание географической информационной системы «Природные ресурсы Орловской области» // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки». Орел, 2010. Вып. № 2. С. 127-133.
16. *Рыжков О.В.* Методические аспекты применения GPS и ГИС для изучения особо охраняемых природных территорий // Использование GPS- и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий (на примере ландшафтной структуры Воронежского государственного природного биосферного заповедника). Тула: Гриф и К°, 2006. С. 14-106.
17. *Рыжкова Г.А., Рыжков О.В.* Распространение древесно-кустарниковых видов на некосимых залежах Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Растительный покров Центрально-Черноземного заповедника: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Тула: Гриф и К°, 2001. Вып. 18. С. 94-224.
18. *Савельев А.А.* Биохорологическое разнообразие и моделирование пространственной структуры растительного покрова (геоинформационный подход): Автореф. дис... д-ра биол. наук. Казань, 2004. 39 с.
19. *Серёгин А.П.* Флора сосудистых растений национального парка «Мещёра» (Владимирская область): Аннотированный список и карты распространения видов. М., 2004. 182 с.
20. *Серёгин А.П.* Флора Владимирской области: Конспект и атлас / А.П. Серёгин, при участии Е.А. Боровичёва, К.П. Глазуновой, Ю.С. Кокошниковой, А.Н. Сенникова. Тула: Гриф и К, 2012. 620 с.
21. Сосудистые растения республики Мордовия (конспект флоры): монография / *Т.Б. Силаева, И.В. Кирюхин, Г.Г. Чугунов [и др.]*; под ред. Т.Б. Силаевой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. 352 с.
22. *Тюсов А.В., Журавлева И.В.* Оценка природоохранного статуса территорий путем пространственного ГИС-анализа // Флористические исследования в Средней России: материалы VI науч. совещ. по флоре Средней России (Тверь, 15—16 апр. 2006 г.) / под ред. В.С.Новикова, А.А.Нотова и А.В.Щербакова. М., 2006. С. 162-166.
23. *Уотила П., Курто А., Юникка Л.* Atlas Florae Europaeae: карты распространения сосудистых растений. Хельсинки: Секретариат Комиссии по Картированию Флоры Европы, 2005. 4 с.
24. *Чугунов Г.Г., Ханугин А.А.* О создании электронной базы (на основе программы «Ozi explorer») распространения видов растений в бассейнах рек Мокши и Суры // Изучение и охрана флоры Средней России: материалы VII науч. совещ. по флоре Средней России (Курск, 29-30 января 2011 г. / Под ред. В.С. Новикова, С.Р. Майорова и А.В. Щербакова. М.: Изд. Ботанического сада МГУ, 2011. С. 183-186.
25. *Heil G. W., and W. P. A. van Deursen.* 1996. Searching for patterns and processes: modelling of vegetation dynamics with Geographical Information Systems and remote sensing. Acta Botanica Neerlandica 45:543-556.
26. *Jalas J. & Suominen, J.* (eds.) 1972: Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae). — The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki. 121 pp.
27. *Kazda M.* 1995. Changes in alder fens following a decrease in the ground water table: results of a geographical information system application. Journal of Applied Ecology 32:100-110.
28. *Kozak K.H., Graham, C.H. & Wiens, J.J.* 2008. Integrating GIS-based environmental data into evolutionary biology. Trends in Ecology & Evolution, 23, 141–148.
29. *Stigall A.L. & Lieberman, B.S.* 2006. Quantitative palaeobiogeography: GIS, phylogenetic biogeographical analysis, and conservation insights. Journal of Biogeography, 33, 2051-2060.
30. *White M. A., and D. J. Mladenoff.* 1994. Old-growth forest landscape transitions from pre-European settlement to present. Landscape Ecology 9:191- 205.

References

1. *Averchenkov I.M., Tolstenkov O.O.* Application of mapping habitats of rare plant species using GIS as a method of environmental monitoring in the park “Valley of the river Skhodny in Kurkino” // The condition of natural complexes in protected natural areas: scientific-practical materials of the conference dedicated to the 25th anniversary of the National Park “Moose Island” (Sept. 18-20, 2008). Moscow, 2008 . Pp. 46-49 .
2. Habitats of trees and shrubs of the USSR. In three volumes / Sokolov S.Ya., Svjaseva O.A., Kubli V.A. et al. Vol. 1. Leningrad: Nauka, 1977 . L. 1-164 .
3. Atlas of habitats and resources of medicinal plants of the USSR / Ed. by P.S. Chikov. M., 1983. 340 p.
4. Atlas of the forest biological diversity in European Russia and adjacent territories. M. PAIMS, 1996. 144 p.
5. Atlas of rare and protected plants of Orel Region: Monograph / L.L. Kiseleva, O.M. Prigoryanu, A.V. Shcherbakov, N.I. Zolotukhin / Ed. by M.V. Kazakova. Orel, Publisher Alexander Vladimirovich Vorobyov, 2012 . 468 p.
6. *Kiseleva L.L.* GIS-analysis of the rarity fraction of flora of Orel Region // Problems of regional ecology. 2012. № 5.

Pp. 139-143.

7. Kiseleva L.L., Prigoryanu O.M. Method for detecting nuclear ecological network of Orel region according to the botanical geography feature // Flora and vegetation of the Central Chernozem: materials of the scientific conference. Kursk, 2002. Pp. 56-60.
8. Kiseleva L.L., Prigoryanu O.M. Isolation of key plant areas of the environmental network of Orel region using GIS // The exploration of the flora of Eastern Europe: achievements and prospects: thesis of the report of the International conference (St. Petersburg, 23-28 May 2005). Moscow, St. Petersburg. 2005. P. 40.
9. Kiseleva L.L., Prigoryanu O.M. Group of Angiosperms // Red Book of Orel region. Mushrooms. Plants. Animals / Ed. O.M. Prigoryanu. Orel, 2007. Pp. 22-105.
10. Kiseleva L.L., Prigoryanu O.M. Representativeness of the vascular plants of the Red Book of the Russian Federation and the Red Book of Orel in specially protected natural areas in the region // Problems of regional ecology. 2012. N 5. Pp. 157-160.
11. Kozhevnikova M.V. Distinguishing the floristic complexes on the basis of landscapes by means of geographic information technologies: Author's abstract, dis ... cand. in Biological Sciences. Kazan, 2000. 20p.
12. Red book of Bryansk region. Plants. Mushrooms. Bryansk: Chitai-gorod, 2004. 272 p.
13. Red Book of the Russian Federation (plants and fungi) / Comp. R.V. Kamelin et al. M.: Association of scientific ed. KMK, 2008. 855 p.
14. Prigoryanu O.M. Biogeographic basis of ecological network of Orel Region: Dis. ... Cand. geogr. Sciences. Moscow, 2005. 158p.
15. Prigoryanu O.M., Kiseleva L.L. The structure and content of the geographic information system "Natural resources of Orel region" // Scientific Notes of Orel State University. Series "Natural, technical and medical sciences." Orel, 2010. N 2. Pp. 127-133.
16. Ryzhkov O.V. Methodological aspects of the use of GPS and GIS to explore protected areas // Using GPS-and GIS technology to explore protected areas (on the example of the landscape structure of the Voronezh State Biosphere Reserve). Tula: Grif and K °, 2006. Pp. 14-106.
17. Ryzhkova G.A., Ryzhkov O.V. Dissemination of tree and shrub species on unmowed deposits of the Cossack area of the Central Chernozem Reserve // Vegetation cover of the Central Chernozem Reserve: Tr. Center-chnozem. State Reserve. Tula: Grif and K °, 2001. N18. Pp. 94-224.
18. Savelev A.A. Biochorological diversity and modeling the spatial structure of vegetation (geoinformation approach): Author's abstract, Doctoral dissertation in Biological Sciences. Kazan, 2004. 39p.
19. Seryogin A.P. The vascular flora of the national park "Meschera" (Vladimir region): Annotated list and maps of species. Moscow, 2004. 182 p.
20. Seryogin A.P. Flora Vladimir region: Synopsis and Atlas / A.P. Seryogin, with the participation of E.A. Borovichev, K.P. Glazunova, Yu.S. Kokoshnikova, A.N. Sennikova. Tula: Grif K, 2012. 620p.
21. Vascular plants of the Republic of Mordovia (abstract flora): monograph / T.B. Silaeva, I.V. Kiryukhin, G.G. Chugunov et al.; Ed. T.B. Silayeva. Saransk Mordovia University Press, 2010. 352p.
22. Tyusov A.V., Zhuravlev I.V. Assessment of environmental status of the territories by GIS spatial analysis // Floristic studies in Central Russia: materials of VI scientific session on the flora of Central Russia (Tver, 15-16 April. 2006) / ed. by V.S. Novikov, A.A. Notov and A.V. Scherbakov. M., 2006. Pp. 162-166.
23. Uotila P., Curto A., Yunikka L. Atlas Florae Europaeae: maps of the distribution of vascular plants. Helsinki: The Secretariat of the Commission for Mapping the Flora of Europe, 2005. 4 p.
24. Chugunov G.G., Khapugin A.A. On the creation of an electronic database (based on the program «Ozi explorer») diffusion of species in the river basins of Moksha and Sura // Study and Protection of the flora of Central Russia: materials of VII scientific session on the flora of Middle Russia (Kursk, January 29-30, 2011 / Ed. by V.S. Novikov, S.R. Mayorov and A.V. Shcherbakov. M.: Botanical Garden, 2011. Pp. 183 -186.
25. Heil G. W. and W. P. A. van Deursen. 1996. Searching for patterns and processes: modelling of vegetation dynamics with Geographical Information Systems and remote sensing. Acta Botanica Neerlandica 45:543-556.
26. Jalas J. & Suominen J. (eds.) 1972: Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae). — The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki. 121 pp.
27. Kazda M. 1995. Changes in alder fens following a decrease in the ground water table: results of a geographical information system application. Journal of Applied Ecology 32:100-110.
28. Kozak K.H., Graham C.H. & Wiens, J.J. 2008. Integrating GIS-based environmental data into evolutionary biology. Trends in Ecology & Evolution, 23, 141–148.
29. Stigall A.L. & Lieberman B.S. 2006. Quantitative palaeobiogeography: GIS, phylogenetic biogeographical analysis, and conservation insights. Journal of Biogeography, 33, 2051-2060.
30. White M. A., and D. J. Mladenoff. 1994. Old-growth forest landscape transitions from pre-European settlement to present. Landscape Ecology 9:191- 205.

УДК 574.4

UDC 574.4

Е.Л. КОВАЛЕВА

аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского
E-mail: eco_egf@mail.ru

E.L. KOVALYOVA

postgraduate student of the Department of ecology and rational nature management of Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky
E-mail: eco_egf@mail.ru

**КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ПОДРОСТКОВ КРУПНОГО И МАЛЫХ ГОРОДОВ
БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И ФАКТОРЫ, ЕГО ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ**

**QUALITY OF LIFE OF ADOLESCENTS LARGE AND SMALL TOWNS
OF BRYANSK REGION AND FACTORS CAUSING IT**

Факторы, влияющие на качество жизни подросткового населения городов Брянской области, оценивались с использованием анкетирования. Факторы риска среди подростков – вредные привычки, питание и процесс обучения, а также плохое материальное положение и недостаточные условия питания. Выделенные факторы риска качества жизни подросткового населения позволяют прогнозировать направления медико-профилактической работы.

Ключевые слова: качество жизни, подростковое население, факторы риска, города, Брянская область.

Factors influencing quality of life of the teenage population of the cities of Bryansk region was assessed using a questionnaire. Risk factors among adolescents – bad habits, power and the learning process, as well as poor financial situation and lack of power. Selected risk factors of the quality of life of the teenage population allow to predict areas of medical-preventive work.

Keywords: quality of life of the teenage population, risk factors, city, Bryansk region.

В настоящее время универсального определения «качества жизни» (КЖ) не существует, т.к. по мере развития человеческого общества отношение к этому понятию менялось. Изучение КЖ за рубежом превратилось в междисциплинарное научное направление, которое изучает природно-социально-психологические условия человеческого существования как основу улучшения здоровья населения и планирования мероприятий по его восстановлению. Многовариантность в определении качества жизни отражает разнообразие подходов к исследованию данной категории (географических, экономических, социологических, политических, экологических и пр.). Общий признак, объединяющий все подходы – обеспеченность и удовлетворенность населения совокупностью потребностей и благ, – качество жизни рассматривается как категория, характеризующая условия жизни и ориентированная на оценку степени удовлетворения потребностей, которые не поддаются прямому количественному измерению; качество жизни отражает человеческий опыт, а критерии качества жизни – это измерения сфер жизни, в которых люди испытывают различные уровни удовлетворения или неудовлетворения [5, 8, 13, 14].

В настоящее время при изучении понятия применяется системный подход: качеством жизни следует считать совокупность свойств (атрибутивный концепт) системы «человек – среда жизнедеятельности» [4, 9].

Проблема КЖ включает в себя вопрос об индикаторах, с помощью которых исследователи пытаются измерять этот столь сложный общественный феномен [17].

На практике существуют несколько подходов к оценке качества жизни: физиологический, экономический [10, 12, 18, 19], социологический, психологический и медицинский, включающий в себя также концепцию качества жизни, связанного с состоянием здоровья человека, которая широко стала использоваться в эколого-гигиеническом мониторинге в Российской Федерации [10 и др.].

В настоящей работе принято понятийное значение КЖ, которое определяется «физическими, социальными и эмоциональными факторами жизни человека, имеющими для него важное значение для существования и непосредственно на него влияющими» [6, 14]. Данная формулировка основана на многоуровневом определении здоровья, предложенном ВОЗ и представляющей здоровье как «состояние полного физического, умственного и социального благополучия, а не только отсутствия заболевания или недомогания».

Большинство авторов выделяют субъективные и объективные критерии качества жизни. К объективным критериям принято относить физическую активность и трудовую реабилитацию. Субъективные показатели качества жизни отражают эмоциональный статус, удовлетворенность жизнью

и самочувствие больного. Наиболее целесообразным представляется сочетание объективного подхода, отражающего социально приемлемые нормы жизни, и субъективного подхода, который позволяет оценить собственные, характерные для данного индивида параметры жизнедеятельности и предпочтения пациента [3, 15, 16].

Сбор стандартных ответов на стандартные вопросы оказался самым эффективным методом оценки статуса здоровья, а, следовательно, и КЖ для проведения эколого-гигиенических исследований. Тщательно сформулированные вопросы и подобранные варианты ответов, составленные для подсчета по методу суммирования рейтингов, легли в основу современных опросников по КЖ.

Исследование качества жизни населения, выявление экологических факторов риска здоровью различных возрастных, социальных и гендерных групп должны включать комплексные медико-эколого-гигиенические работы с территориальной привязкой [1, 2, 11]. В связи с вышеизложенным нами объединены данные по системе медико-экологического мониторинга, которые способствуют выделению факторов риска, определяющих различный уровень качества жизни подросткового населения крупного и малых городов области.

Цель исследования – изучить структуры факторов риска, обуславливающие качество жизни подростков г. Брянска, Почеп и Новозыбкова.

Исследование основывается на анонимном анкетировании студентов с помощью анкеты, разработанной автором. Выделено 8 направлений: материальное положение семьи, жилищные и коммунально-бытовые условия, питание, водопотребление, вредные привычки, условия обучения, оценка собственного самочувствия и психологического состояния, оцененное по шкале Л. Ридера. Всего было опрошено 150 студентов Брянского государственного университета, 250 подростков на территории малых городов: г. Новозыбков, радиационно загрязненный район области (110 человек), и в условно чистом г. Почепе (140 человек).

Обработка материалов анкетирования позволила выявить следующие показатели у подростков г. Брянска.

Материальное положение семьи. 66% студентов ответили, что доходы их семей выше прожиточного минимума, 28% – ниже и 6% – затрудняются ответить. Материальное положение оценили следующим образом: 65% – среднее (доходов хватает для обеспеченной жизни), 18% – хорошее (возможность делать сбережения и покупать дорогие вещи), 13% – плохое (доходов хватает на самое необходимое: еду и одежду) и 4% затрудняются ответить. Опрошенные студенты в основном воспитываются в полных семьях – 81%, 19% – в неполных.

Жилищные условия помещения (квартиры/дома). Уровень коммунально-бытовых условий в существенной мере зависят от наличия центрального

отопления, холодного и горячего водоснабжения, канализации, газификации и электрификации (83%). Факторами риска при характеристике жилищных условий занимает уровень загрязнения окружающей среды: 47% студентов проживают в благоприятных условиях, 46% – в неблагоприятных и 7% – затрудняются ответить. Важное значение имеют показатели микроклимата жилых помещений – естественно-го освещения и звукоизоляции: 59% удовлетворены условиями проживания, 36% – не удовлетворены, 5% затрудняются ответить.

Питание. Основная масса опрошенных (93%) питаются дома, кратность питания у большинства из них – 2-4 раза в день. Ежедневно студенты предпочитают употреблять в пищу – кондитерские и мясные изделия; два-три раза в неделю – макаронные изделия, крупы, свежие овощи и фрукты, еду быстрого приготовления; один раз в неделю – рыбные изделия, фруктовую воду и соки и реже – молочные изделия.

Водопотребление. Вода удовлетворительного качества требуется для приготовления пищи, личной гигиены и поддержания санитарного состояния жилищ. 83% опрошенных употребляют воду из городского водопровода, 17% – из колодцев. Качество воды признали удовлетворительным 63 % студентов, 31% считает, что вода не соответствует санитарным нормам и 6 % – затрудняются ответить.

Вредные привычки. К их числу относятся употребление алкоголя, курение, наркомании и токсикомании. Среди опрошенных студентов вредные привычки имеются у 35% студентов. 19% студентов курят, в день выкуривая до 10 сигарет (с фильтром). Употребляют алкогольные напитки 54% опрошенных, из них: 18% употребляют алкоголь 1 раз в неделю, 8% – 1 раз в месяц, 28% – изредка и 49% не употребляют спиртные напитки.

Процесс обучения. 55% студентов удовлетворены микроклиматом помещения, 40% – не удовлетворены. Важной составляющей является отдых на переменах: только 25% успевают отдохнуть, 62 % – не успевают. 85% студентов устают к концу рабочего дня.

Собственная оценка уровня здоровья: соматического и психологического. 64% удовлетворены состоянием своего собственного здоровья, 24% оценивают его как неудовлетворительное и 12% – затрудняются ответить. 13% студентов имеют высокий уровень стресса, 56% – средний и 31% – низкий.

Оценивая факторы риска, обуславливающие качество жизни студентов БГУ, решили проанализировать собственную оценку здоровья у 24% опрошенных, т.к. они оценили его как неудовлетворительное.

Материальное положение семьи. 13 % студентов считают, что доходы их семьи выше прожиточного минимума, а 11% – ниже. 15% оценили свое материальное положение как среднее, 3% – хорошее и 6% – плохое.

Жилищные условия помещения (квартиры/дома). 13% студентов не удовлетворены условиями своей квартиры/дома. В неблагоприятных условиях

окружающей среды проживает 14% опрошенных, 10% – в благоприятных.

Питание и водопотребление. Питаются студенты в основном дома, кратность питания составляет 2-3 раза в день. Ежедневным спросом пользуются кондитерские изделия. Макароны, мясные изделия, свежие овощи и фрукты употребляются 2-3 раза в неделю. Крупа и рыбные изделия – 1 раз в неделю. Реже употребляют молочные изделия и еду быстрого приготовления.

Вредные привычки. 8% имеют вредные привычки, 14% – не имеют. 7% – курят, в день выкуривая до 10 сигарет. 11% употребляют алкоголь, в основном изредка.

Процесс обучения. 10% студентов удовлетворены микроклиматом помещения, 14% – не удовлетворены. 8% студентов успевают отдохнуть на переменах, к концу рабочего дня, 22% чувствуют усталость.

Анализ показал, что подростки из г.Новozyбкава проживают более в обеспеченных семьях, чем их сверстники из г. Почепа. Доход на одного члена семьи выше прожиточного минимума у $63,0\% \pm 4,4$ подростков из г.Новozyбкава и у $58,0\% \pm 1,03$ подростков из г. Почепа ($p = 99,5\%$). В целом $73,0\% \pm 5,6$ подростка из г. Новozyбкава отмечают, что материальное положение хорошее (доходов хватает для обеспеченной жизни). Доля удовлетворенных собственным материальным положением в г. Почепе составляет $48,0\% \pm 0,02$ ($p = 99,5\%$). Данные свидетельствуют о том, что подростки из г. Новozyбкава живут в более обеспеченных семьях, чем их сверстники из г. Почепа.

$63,0\% \pm 4,4$ и $89,0\% \pm 11,9$ подростков из г. Новozyбкава и г. Почепа соответственно воспитываются в полных семьях ($p = 99,5\%$).

Образование родителей – существенный показатель условий, в которых воспитывается подросток. У подростков из г. Новozyбкава $53,0\% \pm 0,05$ матерей и $38,0\% \pm 3,4$ отцов имеют высшее и среднее специальное образование, у подростков из г. Почепа соответственно $51,0\% \pm 0,02$ и $53,0\% \pm 0,05$ ($p = 99,5\%$). Таким образом, доля образованных отцов в г. Новozyбкове ниже в сравнении с данными по г. Почеп.

Анализ жилищных условий помещений показывает, что $69,0\% \pm 13,8$ и $98,0\% \pm 22,3$ подростков из г. Новozyбкава и г.Почепа соответственно проживают в частных домах ($p = 99,5\%$). Абсолютное большинство опрошенных удовлетворены благоустройством и микроклиматом своего дома: $96,0\% \pm 19,6$ подростков из г.Новozyбкава и $84,0\% \pm 17,4$ из г. Почепа ($p=99,5\%$).

По мнению подростков из г. Почепа, только 23% из них проживают в благоприятных условиях, в то время как с точки зрения их сверстников из г. Новozyбкава, эта цифра, несмотря на радиоактивное загрязнение территории, составляет 60%.

Исследование качества и характера питания показало, что абсолютное большинство опрошенных питаются дома. Около половины подростков из г. Почепа

($48,0\% \pm 0,02$) получают горячую пищу 3-4 раза в день, тогда как подростки из г. Новozyбкава только в $36,0\% \pm 5,5$ случаев ($p=99,5\%$). Ежедневно респонденты предпочитают употреблять в пищу кондитерские изделия и еду быстрого приготовления, два-три раза в неделю – макаронные изделия, свежие овощи и фрукты, мясные изделия, один раз в неделю – рыбные изделия, реже – молочные изделия. Анализ полученных данных о характере потребления необходимых в этом возрасте продуктов питания показал, что в рационе подростков недостаточно представлены мясные и молочные продукты, свежие овощи и фрукты.

Опрос подростков о состоянии внутришкольной среды показывает, что подростки в г.Новozyбкове и г. Почепе не удовлетворены микроклиматом школьных помещений. Лишь $20,0\% \pm 5,4$ и $23,0\% \pm 3,9$ подростков из г. Новozyбкава и г. Почепа соответственно успевают отдохнуть ($p=99,5\%$). $70,0\% \pm 16,2$ подростков из г. Новozyбкава и $89,0\% \pm 11,9$ из г. Почепа чувствуют усталость к концу рабочего дня ($p = 99,5\%$). Помимо школьных занятий большинство учащихся занимаются в учреждениях дополнительного образования: $26,0\% \pm 27,9$ подростков из г. Новozyбкава посещают спортивные секции и кружки, в то время как в г. Почепе только $2,0\% \pm 22,3$ ($p = 99,5\%$).

Анализ распространенности вредных привычек показал, что их имеют $30,0\% \pm 16,2$ подростков из г. Новozyбкава и $12,0\% \pm 11,1$ из г. Почепа ($p = 99,5\%$). Распространенность курения среди подростков из г. Новozyбкава составила $22,0\% \pm 44,3$, в то время как в г. Почепе курят только $4,0\% \pm 19,6$ опрошенных ($p = 99,5\%$). $36,0\% \pm 5,5$ подростков из г. Новozyбкава и $33,0\% \pm 9,9$ из г. Почепа периодически употребляют алкоголь ($p = 99,5\%$). В целом распространенность вредных привычек среди подростков из г.Новozyбкава выше, чем среди подростков из г.Почепа. Таким образом, уровень проведения мероприятий по распространению здорового образа жизни среди подростков г. Новozyбкава ниже, чем среди их сверстников из г. Почепа.

Анализ результатов тестирования подростков по шкале Л.Ридера показывает, что $48,0\%$ подростков из г. Новozyбкава имеют низкий уровень стресса, $46,0\%$ – средний и $6,0\%$ – высокий. Среди подростков из г.Почепа эти показатели соответственно составили $53,0\%$, $40,0\%$ и $7,0\%$.

Итак, особое внимание среди всех подростков в крупном городе Брянске стоит обратить на наличие вредных привычек, питание и процесс обучения. У 24% студентов, оценивших свое собственное здоровье как неудовлетворительное, факторами риска можно считать: неудовлетворенность жилищными условиями помещения и состоянием окружающей среды, а также организацией процесса обучения, который отрицательно сказывается на их здоровье. Большинство из них не имеют вредных привычек, а значит, ведут здоровый образ жизни. В питании особых различий нет.

Среди подростков в малых городах также рас-

пространены факторы риска здоровью, отличные от выявленных факторов для подросткового населения в крупном городе. У подростков из г. Новозыбкова преобладают вредные привычки. Среди подростков г. Почеп – плохое материальное положение и недостаточные условия питания.

Выделенные факторы риска качества жизни подросткового населения позволяют прогнозировать направления медико-профилактической работы: профилактика вредных привычек, ведение рационального режима дня, а для Правительства Брянской области – работа по повышению социального статуса семей.

Библиографический список

1. Андреева Е.В. Теория и практика районирования в исследованиях по экологии человека // Предмет экологии человека. М.: Науч. совет АН СССР по пробл. биосферы. Секция «Экология человека» комиссии АН СССР по пробл. экологии. 1991. Ч. II. С. 52-66.
2. Анищенко Л.Н. Пути реализации программы «Здоровье» в учебных заведениях // Вестник МПСИ. №1. 2003 (январь-март). С. 39-44.
3. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Медицинские и социальные аспекты адаптации современных подростков к условиям воспитания, обучения и трудовой деятельности. Руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа 2008. 352с.
4. Баженов С.А. Качество жизни населения: теория и практика. М.: ЭКОС, 2002. 178 с.
5. Васильев В.П. Качество и уровень жизни населения Российской Федерации. М.: ЭКОС, 2007. 117 с.
6. Вестник Международного Центра Исследования Качества Жизни. http://www.cl.spb.ru/mcqlr/inform_MCQLR.htm.
7. Вронский В.А., Саламаха И.Н. Экология и здоровье населения промышленных городов // Экология человека. 2001. №3. С. 12-14.
8. Злобина Г.Ю. Качество жизни: структурные составляющие и перспективные направления развития. М.: Социум, 2007. 96 с.
9. Киселева Т., Полнарев С., Сменковский А. Качество жизни в условиях глобализации экономики // Стандарты и качество. 2001. № 3. С. 34-36.
10. Лукьянова Е.М. Оценка качества жизни в педиатрии // Качественная клиническая практика. № 2. 2002. С. 34 – 42.
11. Новик А.А., Ионова Т.И. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. СПб.: Нева, М.: Олма-Пресс, 2002. 315 с.
12. Подкорытов В.С., Шестопалова Л.Ф., Скрынник О.В., Козьякина Н.В. Качество жизни детей и подростков с психическими расстройствами: проблема оценки // Соціальна педіатрія. Розділ: «Медико-соціальні аспекти реабілітації дітей з органічним ураженням нервової системи». Київ, 2001. Вип. 1. С. 421–424.
13. Поленов В.Б. Защита жизни и здоровья человека в XXI веке: восемь основных источников опасности для человека. Группа ИДТ, 2008. 720 с.
14. Прохоров Б.Б. Экология человека: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2007. 320с.
15. Уровень жизни населения регионов России: качество жизни населения: Теория и практика. №10. 2002. 47с.
16. Фролова О.А. Гигиеническая оценка факторов риска и здоровье населения молодого индустриального города: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань, 2002. 16с.
17. Hagerty Michael R., Cummins R.A., Ferriss A.L. Quality of life indexes for national policy: review and agenda for research // Social Indicators Re-search. 2001. №2.
18. Lindstrom B, Koehler L. Youth, disability and quality of life. Pediatrician 1991; 18 (2): 121
19. Nussbaum MC. The fragility of goodness. Cambridge University Press; 1986.

References

1. Andreeva E.V. the theory and practice of zoning in the researches on the human ecology// The subject of the human ecology. M. Research council of Academy of Sciences of the USSR on the biosphere problems. Section “Human ecology” of the committee of Academy of Sciences of the USSR on the ecological problems. 1991. part II-p.52-66.
2. Anischenko L.N. The ways of the realization of the program “Health” at schools// Vestnik of Moscow psychological-social institute. №1.2003(January-March).p.39-44.
3. Baranov A.A., Kuchma V.R., Suchareva L.M. Medical and social aspects of teenagers’ adaptation to conditions of upbringing, education and working career. Guidance for doctors. M.:GEOTAR-Media. 2008. p.352.
4. Bazshenov S.A. Living Standards of people: theory and practice/ S.A. Bazshenov. M.: ECOS,2002. p.178.
5. Vasiliev V.P. Quality and standards of life in the Russian Federation. M.: ECOS, 2007. 117 p.
6. Newsletter of the international centre of living standards research. http://www.cl.spb.ru/mcqlr/inform_MCQLR.htm.
7. Vronskii V.A., Salamakha I.N. Ecology and health of industrial cities population// Human ecology. 2001. №3. Pp.12-14.
8. Zlobina G.U. Quality of living: structure and prospectives of development/ G.U. Zlobina. M.: Sozium,2007. 96 p.
9. Kiseleva T. Quality of living in the conditions of economic globalization/ T. Kiseleva, S. Polnarev, A. Smenkovskij//

Standards and quality. 2001. №3.

10. *Lukyanova E.M.* Estimation of living standards in pediatrics// qualitative clinic practice. № 2. 2002. Pp.34-42.
11. *Novic A.A., Ionova T.I.* Guidance on studying living standards in medicine.-St. Petersburg: Neva, M.: Olma-Press, 2002. Pp.315.
12. *Podkritov V.S., Shestopalova L.F., Skrinnik O.V., Kozyavkina N.V.* Living quality of children and teenagers with psychological disorders: the problem of self-concept// social pediatrics. Part: “ Medical and social aspects of rehabilitation of children with organic nervous breakdown”.-Kyiv, 2001.- Edition 1.-p.421-424.
13. *Polenov V.B.* Protection of a person’s life and health in the XXI century: eight main sources of danger for people. Group IDT, 2008. 720 p.
14. *Prokhorov B.B.* Human ecology: textbook for students of higher education institutions. M.: Academia, 2007. 320p.
15. Living standards of the population of Russia: quality of living of the population: Theory and practice. № 10. 2002. 47p.
16. *Frolova O.A.* Hygienic assessment of risk factors and health of the population of a young industrial city: Synopsis of the thesis of a candidate of medical science: O.A. Frolova. – Kazan, 2002. -16p.
17. *Hagerty Michael R.* Quality of life indexes for national policy: review and agenda for research / M.R. Hagerty, R.A. Cummins, A.L. Ferriss // Social Indicators Re-search. 2001. №2.
18. *Lindstrom B, Koehler L.* Youth, disability and quality of life. Pediatrician 1991; 18 (2): 121
19. *Nussbaum M.C.* The fragility of goodness. Cambridge University Press; 1986.

УДК 504.75

М.Г. КУРОЧИЦКАЯ

кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета

E-mail: m.kuro4@yandex.ru

В.В. СИЛЮТИНА

ассистент кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета

E-mail: vsilyutina@yandex.ru

Е.И. ГРЯДУНОВА

аспирант кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета

E-mail vsilyutina@yandex.ru

UDC 504.75

M.G. KUROCHITSKAYA

associate professor, department of ecology candidate of biological sciences and general biology of Orel State University

E-mail: m.kuro4@yandex.ru

V.V. SILYUTINA

assistant professor of ecology and general biology of Orel State University

E-mail: vsilyutina@yandex.ru

E.I. GRIADUNOVA

graduate student of ecology and general biology of Orel State University

E-mail vsilyutina@yandex.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ*

QUALITY ASSESSMENT OF DRINKING WATER AND HEALTH AT THE REGIONAL LEVEL

Проведена оценка качества питьевой воды в скважинах и разводящей сети города и области и здоровья населения на региональном уровне.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, питьевая вода, заболеваемость.

An assessment of the quality of drinking water in the wells and the distribution network of the city and the region and population health at the regional level.

Keywords: environmental pollution, drinking water, the incidence of.

Оценка риска для здоровья при хроническом действии факторов малой интенсивности до настоящего времени остается недостаточно разработанной, тогда как на отдельных территориях при отсутствии

явных антропогенных источников загрязнения среды обитания уровень заболеваемости и смертности остается высоким [3]. Данные проблемы существуют и в Орловской области, где на начало 2012 г. чис-

* Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ №12-16-57001

ленность населения составила 781,3 тыс. чел., из них сельского – 267,6 и городского – 513,7 тыс. человек.

Целью нашей работы было оценить качество питьевой воды и заболеваемость населения на региональном уровне.

Одним из приоритетных источников поступления ксенобиотиков в организм из всей суммарной нагрузки (атмосферный воздух, почва, продукты питания) является питьевая вода [1,2,7]. По данным литературы и собственных исследований известно, что от экологических особенностей региона зависит структура заболеваемости населения. При этом даже при воздействии на организм сравнительно небольших концентраций ксенобиотиков структурные изменения происходят в различных органах, и прежде всего в почках, о чем свидетельствуют данные литературы [3,6,8].

По мнению Поповой Л.Ю. и др. авторов [1,6,7], в основе заболеваний мочевыделительной системы может лежать сочетанное воздействие продолжительного поступления ксенобиотиков, физических и биологических факторов, вызывающее перегрузку и срыв в работе адаптационных систем, переходящее в болезнь.

Проведенный нами анализ данных качества питьевой воды в скважинах и разводящей сети по санитарно-химическим и микробиологическим показателям за 2008-2012 г.г. показал следующее. Так, в среднем по Орловской области число проб воды по санитарно-химическим показателям составило: в 2008 г. – 1316; 2009 – 1463; 2010 – 1706; 2011 – 1619, в 2012 – 1999 [4, 5]. Процент нестандартных проб снизился с 22,6 в 2008 г. до 16,2 в 2012 г. (табл.1).

Таблица 1.

Санитарно-химические показатели проб питьевой воды в скважинах Орловской области

Год	Всего проб	Количество нестандартных проб	% нестандартных проб
2008	1316	297	22,6
2009	1463	232	15,9
2010	1706	314	18,4
2011	1619	247	15,2
2012	1999	324	16,2

Анализ данных по микробиологическим показателям питьевой воды в скважинах Орловской области за тот же период показал, что процент проб, не соответствующих норме, в 2008 г. составил 4,1, в 2009 – 3,3, в 2010 – 2,5, в 2011 – 2,25 и в 2012 г. – 3,6%, т.е., как и по предыдущему показателю, наблюдается тенденция к улучшению качества водопроводной воды (табл.2)

Исследование качества питьевой воды в разводящей сети области за тот же период показало, что в 2008 г. не соответствовала норме 731 проба (15,5%), в 2009 – 512 (11,4%), в 2010 – 455 (9,5%), в 2011 – 597 (14,5%) и в 2012 г. 13,3% проб оказались нестандартными [4, 5] (табл.3).

Таблица 2.

Микробиологические показатели проб питьевой воды в скважинах Орловской области

Год	Всего проб	Количество нестандартных проб	% нестандартных проб
2008	1475	61	4,1
2009	1839	61	3,2
2010	1819	46	2,5
2011	1881	42	2,2
2012	2087	75	3,6

Таблица 3.

Санитарно-химические показатели проб питьевой воды в разводящей сети Орловской области

Год	Всего проб	Количество нестандартных проб	% нестандартных проб
2008	4714	731	15,5
2009	4473	512	11,4
2010	4804	455	9,5
2011	4116	597	14,5

Как видно из таблицы, процент не соответствующих норме проб уменьшился с 15,5 до 14,5, что свидетельствует об улучшении качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям.

Результаты анализа микробиологических показателей проб питьевой воды в разводящей сети в среднем по области показали, что не соответствовало норме в 2008 – 4,6%; 2009 – 4,7%; 2010 – 3,7%; в 2011 – 2,5% и в 2012 г. – 3,3% (табл. 4).

Таблица 4.

Микробиологические показатели проб питьевой воды в разводящей сети Орловской области

Год	Всего проб	Количество нестандартных проб	% нестандартных проб
2008	10619	493	4,6
2009	10444	486	4,7
2010	9810	366	3,7
2011	9146	228	2,5

Как видно из таблицы 4, данный показатель нестандартных проб питьевой воды к 2011-му году, как и предыдущие, улучшился.

Однако, несмотря на устойчивую тенденцию к улучшению качества водопроводной питьевой воды по микробиологическим и санитарно-химическим показателям по области, 29,6% населения (232,6 тыс. чел.) употребляют воду с повышенным содержанием солей железа, 24% населения (188,67 тыс. чел.) – с превышением гигиенических нормативов по жесткости [5]. В таблице 5 представлены данные по административным территориям, где процент нестандартных проб по санитарно-химическим показателям оказался выше среднеобластного уровня.

На тех же административных территориях ока-

Таблица 5.

Санитарно-химические показатели питьевой воды из разводящей сети (% нестандартных проб)

Наименование административной территории	2008	2009	2010	2011	2012
Орловская область	15,5	11,4	9,5	14,5	13,3
г.Орел	5,6	33,5	12,9	24,4	24,6
Знаменский район	61,9	41,7	29,7	40,0	54,5
Свердловский район	87	73	54,3	62,8	54,3
Урицкий район	30,4	37,5	27,5	44,2	46,8
Кромской район	71,6	26,7	29,4	26,7	33,8
Орловский район	35,9	23,1	20,7	38,2	32,2

залась выше доля неудовлетворительных проб и по микробиологическим показателям.

Согласно данным Департамента здравоохранения и социального развития Орловской области (отчетная форма №12) за 5 лет (2008-2012 г.г.) средний показатель заболеваемости детей, подростков и взрослого населения по г. Орлу был выше среднеобластных показателей [5] (табл. 6).

Таблица 6.

Средний показатель заболеваемости по г. Орлу и области за 2008-2012 г.г.

	Средний показатель заболеваемости по г. Орлу	Средний показатель заболеваемости по области
Дети до 14 лет (показатель на 1 тыс. детского населения)	2619,4	2118,7
Подростки (15-17 лет)	1526,7	1480,8
Взрослые (18 лет и старше)	675,6	654,2

В 2012 г. в структуре заболеваемости детей в возрасте 0-14 лет болезни мочеполовой системы не вошли в первые 5 ранговых мест по процентному соотношению, но заболеваемость мочекаменной болезнью в 2008 г. составила 10,85 случаев на 100 тыс. детского населения, в 2009 – 42,5; 2010 – 28,9; 2011 – 26,2 и в 2012 г. – 10,0 случаев, что выше среднестатистического показателя по Российской Федерации

(8,4 в 2011 г.). 63% всех случаев заболеваний занимают болезни органов дыхания, 7% – травмы и отравления, 4,24% случаев – болезни кожи и подкожной клетчатки, 3,85% – инфекционные и паразитарные болезни и 3,81% случаев – болезни глаз [5].

В структуре заболеваемости подростков (15-17 лет) болезни мочеполовой системы составляют 6,8% случаев и занимают третье ранговое место после болезней органов дыхания (48,3%) и травм и отравлений (11,7% случаев). На 4-м месте болезни кожи и подкожной клетчатки – 5,2% и на 5-м – болезни органов пищеварения.

У взрослого населения в структуре заболеваемости в 2012 году 26,4% составили болезни органов дыхания, второе ранговое место заняли болезни мочеполовой системы – 13,7% случаев, на 3-м месте – травмы и отравления, 7,3% составляют болезни костно-мышечной системы, болезни кожи составляют 6,6% случаев [5].

Таким образом, исследования показали, что несмотря на улучшение санитарно-химических и микробиологических показателей питьевой воды, заболеваемость мочекаменной болезнью взрослого населения не уменьшается и превышает среднестатистические данные по Российской Федерации. В связи с этим разработка плано-профилактических мероприятий, направленных на улучшение качества питьевой воды в соответствии с установленными требованиями, является приоритетным направлением по сохранению здоровья населения Орловской области.

Библиографический список

1. Алексеев В.П. Очерки экологии человека : Учеб.пособие / В. П. Алексеев, Междунар. независимый эколого-политологический ун-т. М. : Изд-во МНЭПУ, 1998.
2. Гвозденко Т.А., Кику П.Ф., Дегтярева Н.Е. I Конгресс педиатров-нефрологов России. СПб, 1996: С.46.
3. Глушкова В.Г., Шевченко А.Т. Эколого-экономические проблемы России и ее регионов. Учебное пособие для студентов экономических вузов. 3 изд.: Московский лицей, 2004
4. Ладнова Г.Г., Курочкицкая М.Г., Силютин В.В., Грядунцова Е.И. Оценка качества системы питьевого водоснабжения в Орловской области. Ученые записки Орловского государственного университета; 2012; №6: С. 142-146.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Орловской области в 2012 году: Доклад. О.: Управление Роспотребнадзора по Орловской области, 2013. 176 с.
6. Попова Л.Ю. Гигиенические аспекты формирования патологии органов мочевой системы у детей// Гигиена и санитария, 2004, №2. С.48-50.
7. Рахманин Ю.А., Боев В.М., Аверьянов В.Н., Дунаев В.Н. Химические и физические факторы урбанизированной среды обитания. -Оренбург, Оренбург кн. изд-во, 2004.

8. Экология человека на урбанизированных и сельских территориях/ Боев В.М., Верещагин Н.Н., Скачкова М.А. и др.- Оренбург, Оренбург кн. изд-во, 2003.

References

1. *Alekseev V.P.* of Human Ecology Studies : Textbooks / VP Alekseev, Intern. Independent Environmental and Political University. - Moscow: Publishing House of the MNEPU , 1998 .
2. *Gvozdenko T.A., Kiku P.F., Degtyareva NE* I Congress of Pediatric Nephrology Russia . St. Petersburg , 1996 : P.46 .
3. *Glushkov V.G. Shevchenko A.T.* Environmental and economic problems of Russia and its regions. Textbook for students of economic universities - 3rd ed. : Moscow Lyceum , 2004
4. *Ladnova G.G., Kurochitskaya M.G., Silyutina V.V., Gryadunova E.I.* Assessment of the quality of the drinking water supply in the Oryol region. Proceedings of the Oryol State University, 2012 , 6 : 142-146 .
5. On the state sanitary- epidemiological welfare of the population in the Orel region in 2012: Report . - O.: Rospotrebnadzor Orel , 2013. -176 with .
6. *Popova L.Y.* Hygienic aspects of the formation of the pathology of the urinary system in children // Hygiene and Sanitation , 2004 , № 2.- P.48 -50.
7. *Rahmanin J.A., Loot V.M., Averianov V.N., Dounaev V.N.* Chemical and physical factors of the urbanized environment obitaniya. -Orenburg , Orenburg kn.izd of 2004 .
8. Human ecology in urban and rural areas / Martial VM, Vereshchagin , NN, MA Skachkova etc. - Orenburg , Orenburg kn.izd of 2003.

УДК 504.75

Г.Г. ЛАДНОВА

доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета

E-mail: gladnova@yandex.ru

М.Г. КУРОЧИЦКАЯ

кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета

E-mail: m.kuro4@yandex.ru

В.В. СИЛЮТИНА

ассистент кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета

E-mail: vsilyutina@yandex.ru

Е.И. ГРЯДУНОВА

аспирант кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета

E-mail vsilyutina@yandex.ru

UDC 504.75

G.G. LADNOVA

doctor of biological sciences, professor, department of ecology and general biology of Orel State University

E-mail: gladnova@yandex.ru

M.G. KUROCHITSKAYA

associate professor, department of ecology candidate of biological sciences and general biology of Orel State University

E-mail: m.kuro4@yandex.ru

V.V. SILYUTINA

assistant professor of ecology and general biology of Orel State University

E-mail: vsilyutina@yandex.ru

E.I. GRIADUNOVA

graduate student of ecology and general biology of Orel State University

E-mail vsilyutina@yandex.ru

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЙОНОВ ГОРОДА С РАЗНОЙ АНТРОПОТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРЛА)

ENVIRONMENTAL HYGIENE RESEARCH AREAS OF THE CITY WITH DIFFERENT LOAD ANTROPOTEHNOGENNOY (CASE STUDY OREL)

Проведены эколого-гигиенические исследования воздушной, водной и почвенной среды на примере г. Орла.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, антропогенная нагрузка, воздух, почва, питьевая вода.

Conducted environmental and hygienic studies of air, water and soil environment on the example of Oryol.

Keywords: environmental pollution, antropotehnogennoy load, air, soil, drinking water.

В современных условиях характер и масштабы всё возрастающего негативного антропогенного воздействия на окружающую среду вызывает обоснованную тревогу по поводу происходящих серьёзных последствий для природных экосистем и здоровья большинства населения России. Одной из важнейших задач современной науки является разработка природоохранных и профилактических мероприятий, направленных на снижение экологических факторов риска на окружающую среду и здоровье населения. Однако разработка таких мероприятий не может проводиться без объективной оценки среды обитания, оказывающей существенное влияние на формирование здоровья, поскольку состояние здоровья есть результат его взаимодействия с окружающей средой (Дмитриева, Чернов, Макарова, 1996; Дубровский, Писарева, 1996; Денисова, Горенков, Ляхова, 2005; Дунаев, Боев, Фролова и др., 2008; Ладнова Г.Г., Курочичская М.Г., Силютин В.В., 2012; Вышегородских Н.В., Рыжиков В.В., Григорьев В.К.).

Целью исследования являлась комплексная эколого-гигиеническая оценка загрязнения окружающей среды по показателям атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы районов города с разной антропогенной нагрузкой

В качестве объектов исследования были выбраны три района города Орла (Железнодорожный, Заводской, Северный). Предметом исследования являлись параметры качества факторов среды обитания (атмосферный воздух, почва, вода) в динамике за пять лет.

С целью выявления экологического неблагополучия некоторых районов города использованы Методические рекомендации ГКСЭН РФ № 01-19/17-17 от 26.02.1996 г. «Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения», в соответствии с которыми проводился расчет комплексных показателей, характеризующих антропогенную нагрузку на отдельные среды. Отбор проб атмосферного воздуха осуществлялся на протяжении 5 лет (2005 – 2009 гг.), 4 раза в год, в 3 - х кратной повторности по 5 видам основных загрязнителей в трёх районах города. Всего было исследовано 492 пробы. Оценка загрязнения атмосферного воздуха проводилась и по материалам отчетной формы 2-ТП (воздух) за 2005-2009 годы с установлением качественного и количественного состава и удельного веса выбросов. Всего проанализировано 150 отчетных форм. Кроме этого, для экологической оценки загрязнения атмосферного воздуха были использованы данные стационарных и маршрутных постов наблюдения с 2005 по 2009 годы [1,4].

Загрязнение воздуха характеризовалось значениями максимально разовых и среднесуточных концентраций (ГОСТ 17.2.3.01 - 86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов») с расчетом кратности превышения ПДК изучаемых веществ согласно списка

«Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (№3086 - 84). Степень загрязнения атмосферного воздуха районов города оценивали по комплексному условному показателю (Р) загрязнения атмосферного воздуха (Пинигин, 1986) и комплексному (К) показателю загрязнения атмосферного воздуха (Буштуева и др., 1979).

Качество воды оценивали путём сравнения нормативных параметров с фактическими данными, полученными нами за 5 лет наблюдения. Всего проанализировано 380 проб воды.

Степень загрязнения почвы оценивали в соответствии с «Методическими указаниями по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами» №4666 – 87 и «Гигиенической оценкой качества почвы населённых мест», МУ 2.1.7.730 – 99. Рассчитывались коэффициенты концентрации и показатели суммарного загрязнения почвы. Всего проанализировано 360 проб почвы.

Выбор мест отбора проб производился с учётом сведений о концентрации основных источников загрязнения, объёмов и состава выбросов промышленными предприятиями. Содержание элементов в образцах определяли атомно-абсорбционным методом с использованием атомно-абсорбционных спектрометров Spectr AA 240FS и 24 0Z с пламенной и электротермальной атомизацией.

Результаты исследования показали, что загрязнение атмосферного воздуха в целом по городу складывается из выбросов вредных веществ от стационарных источников и автомобильного транспорта. На территории города основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются стационарные источники промышленных, топливно-энергетических, транспортно-дорожных, сельскохозяйственных и других предприятий (рисунок 1).

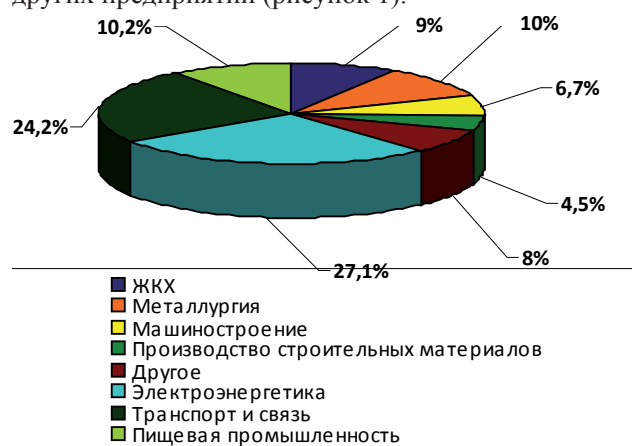


Рис. 1. Вклад отраслей производства в загрязнение атмосферного воздуха в городе.

Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу промышленными предприятиями города составил (тонны/год): 2005 год - 12100 ± 88 , 2006 год - 12300 ± 77 , 2007 год - 12350 ± 108 , 2008 год - 10050 ± 96 , 2009 год - 11800 ± 104 .

Отмечаемое незначительное снижение выбро-

сов в последние годы обусловлено, в основном, за счет таких предприятий, как ОАО Орловский завод «Север-сталь-метиз», «Орловский завод силикатного кирпича», за счет газификации котельных и других мероприятий. Однако от таких крупных предприятий, как Орловская ТЭЦ, ЗАО «Велор» и некоторых других, количество загрязняющих выбросов, поступающих в атмосферный воздух, остается на прежнем уровне.

В выбросах от стационарных источников преобладают оксид углерода, двуокись азота, двуокись серы, фенол, формальдегид, пыль. На протяжении многих лет приоритетность данных загрязнителей остается на одном уровне (рисунок 2).

Основной вклад в загрязнения атмосферного воздуха по валовому выбросу принадлежит ТЭЦ, в среднем 32,8% от общего промышленного выброса. В год ТЭЦ выбрасывает 243,5 тонн диоксида серы, 121,4 тонны оксида углерода, 324,8 тонн диоксида азота и других химических веществ [2,3]. Максимальные концентрации диоксида серы за исследуемый период превышали допустимые концентрации в жилой зоне в 2,5-9 раз (таблица 1). ТЭЦ является самым крупным источником загрязнения в городе и, прежде всего, оказывающим свое неблагоприятное влияние на жителей Железнодорожного района. По данным лабораторного контроля, число проб, в которых установлено содержание диоксида серы в концентрациях, превышающих ПДК, составляло 20-38%, оксида углерода 6-17%, диоксида азота 16% (таблица 1).

На втором месте по валовым выбросам находится ЗАО «Велор». Вклад ЗАО «Велор» в загрязнение атмосферы города составляет в среднем за год 15,8 %, из которого 118,4 т/год составляет диоксид серы, 73,3 т/год – оксид углерода, 29,4 т/год – неорганическая пыль.

Еще одним источником загрязнения в городе является ЗАО «Орловский сталепрокатный завод», находящийся в Северном районе. Орловский сталепрокатный завод входит в международную группу предприятий «Север-сталь-метиз» по производству металлических изделий (метизов). ОАО «Орловский сталепрокатный завод» – это крупное предприятие, занимающееся производством сварочных материалов (электроды, сварочные, порошковые проволо-

ки и другое), продуктов из калиброванной стали, крепежных изделий, армирующих материалов для шин и РТИ (металлотросы, металлокорды) и многое другое.

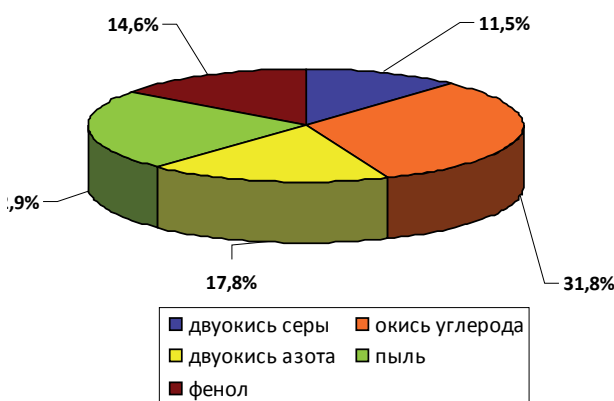


Рис. 2. Структура выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников, 2005-2009 годы.

Выбросы этого предприятия в атмосферу составляют в среднем 190,6 тонн/год, из них 38,4% (73 т/год) приходится на диоксид азота, а также летучие органические соединения (15,2 т/год), фенол (13,2 т/год), стирол (9,2 т/год), ацетон (14,8 т/год), формальдегид (8,4 т/год), углеводороды (14,2 т/год) и другие химические вещества. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в этом районе по комплексному показателю колебался от 3,2 до 6,7 и в среднем составил 5,5.

Из таблицы 2 видно, что районы города имеют свою специфику загрязнения воздушного бассейна, связанную с характером размещенных в них производств. Так, в Железнодорожном и Северном районах отмечаются наиболее высокие показатели загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями ($P = 6,8$ и $5,5$), в то время как в Заводском районе значительно ниже.

Помимо промышленных источников загрязнения, отрицательное воздействие на качество атмосферного воздуха оказывает автотранспорт, выбросы от которого составляют 62,2% от всех загрязняющих веществ в городе [3].

Таблица 1.

Доля проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК по основным загрязняющим веществам в среднем по городу за 2005-2009 гг., %; $M \pm m$

Ингредиенты	Годы				
	2005	2006	2007	2008	2009
Двуокись азота	17,6±1,6	24,3±1,8	21,5±2,0	18,2±2,3	12,7±2,4
Оксид углерода	9,6±0,9	8,9±1,4	6,8±1,6	5,9±0,8	3,9±1,2*
Сернистый ангидрид	10,5±1,3	14,1±2,1	11,4±1,9	7,2±2,2	4,0±0,8*

*Различия достоверны при $p < 0,05$ в сравнении с 2005 годом.

Таблица 2.

Основные показатели загрязнения атмосферного воздуха выбросами
промышленных предприятий по районам города

Год	Фенол	Форм- альдегид	Сернистый газ	Окись углерода	Двуокись азота	Условный показа- тель загрязнения, Р
ПДК с.с	0,003	0,003	0,05	3,0	0,04	
Железнодорожный район						
2005	0,001	0,00075	0,5	2,2	0,03	10
2006	0,0009	0,0009	0,33	1,7	0,018	6,6
2007	0,002	0,001	0,27	2,5	0,015	5,4
2008	0,001	0,00095	0,26	2,1	0,012	5,2
2009	0,0012	0,0007	0,33	3,6	0,0375	6,7
Заводской район						
2005	0,004	0,001	0,045	1,6	0,05	0
2006	0,003	0,0045	0,035	1,28	0,035	1,7
2007	0,003	0,007	0,033	3,0	0,015	2,9
2008	0,0015	0,006	0,02	2,9	0,032	2,4
2009	0,0015	0,002	0,012	2,1	0,03	0
Северный район						
2005	0,015	0,005	0,012	1,5	0,032	6,7
2006	0,01	0,0047	0,01	1,2	0,029	4,9
2007	0,0075	0,003	0,055	2,0	0,04	3,2
2008	0,006	0,013	0,07	1,9	0,025	6,6
2009	0,002	0,013	0,06	2,1	0,012	6,3

Следует заметить, что в отличие от промышленных источников, автотранспорт загрязняет приземный слой, что может представлять большую опасность для окружающей среды и здоровья человека.

Следовательно, загрязнение воздушного бассейна города от стационарных и передвижных источников создают неблагоприятную экологическую обстановку, которая способна оказывать негативное влияние на защитные функции организма и способствовать развитию различных заболеваний.

Проблема обеспечения населения города экологически доброкачественной питьевой водой относится к числу наиболее социально значимых, поскольку она непосредственно влияет на здоровье человека. Основными источниками водоснабжения в городе являются подземные воды. Хотя в последние годы отмечается спад промышленного производства, однако, снижение сброса сточных вод и загрязняющих веществ не привели с 2005 по 2009 годы к существенному улучшению экологического состояния водных объектов. Количество нестандартных проб за исследуемый период увеличилось по химическим и микробиологическим показателям в 1,9 и 1,5 раза соответственно (таблица 3).

Причиной сложившейся ситуации является старение действующих очистительных сооружений, ограниченное строительство новых, износ оборудования, что приводит к нарушению предельно допустимых нормативов сброса сточных вод в водные объекты. Такие суммарные показатели, как общая минерализация, общая жесткость, а также повышенное содержание в воде общего железа до 3,6 ПДК являются природными факторами, не зависящими от техногенного воздействия на территорию города. Содержание в воде микроэлементов, таких как свинец, кадмий, медь, цинк, мышьяк, ртуть не превышает ПДК [2].

В разводящей сети города количество нестандартных проб по химическим показателям с 2005 по 2009 годы остаётся на одном уровне, а по микробиологическим – отмечается тенденция к снижению (таблица 4).

Таблица 3.

Экологическое состояние открытых водоемов города за период с 2005 по 2009 годы, % нестандартных проб

Показатели	Годы				
	2005	2006	2007	2008	2009
Химические	9,9±0,6	10,8±2,8	18,6±3,4	13,3±2,6	18,7±2,3*
Микробиологические	20,1±3,1	17,2±2,8	16,8±2,1	23,5±2,9	30,8±3,0

*Различия в сравнении с 2005 годом достоверны при $P < 0,05$.

Таблица 4.

Экологическое состояние воды в разводящей сети города за период с 2005 по 2009 годы, % нестандартных проб

Показатели	Годы				
	2005	2006	2007	2008	2009
Химические	28,1±2,4	25,5±	23,2±2,8	28,4±3,0	31,2±3,7
Микробиологические	4,5±0,9	3,0±1,1	1,8±0,8	1,0±0,4	0,8±0,3*

*Различия в сравнении с 2005 годом достоверны при $P < 0,05$

Таблица 5.

Экологическое состояние почвы в селитебной зоне за период с 2005 по 2009 годы, % нестандартных проб

Показатели	Годы				
	2005	2006	2007	2008	2009
Химические	8,5±2,1	7,8±1,9	8,6±2,4	9,2±1,6	9,7±0,9
Микробиологические	11,8±2,3	18,6±3,2	15,3±2,8	29,7±3,3*	33,8±3,7*

*Различия в сравнении с 2005 и 2006 годами достоверны при $P < 0,05$.

Почва, являясь природной средой, находится в тесном взаимодействии с атмосферным воздухом, поверхностными и подземными водами, активно осуществляет обмен веществами и энергией. Как показал химический анализ почвы районов исследования, содержание в них таких веществ, как кадмий, цинк, свинец, не превышают ПДК. Однако обнаруживается превышение ПДК меди в 1,3-1,5 раз и отмечается увеличение микробного загрязнения почвы (таблица 5), которое, по-видимому, происходит за счет увели-

чения количества бытовых отходов и недостаточных мероприятий, направленных на сокращение отходов, возникновения несанкционированных свалок и др.

Таким образом, проведенные исследования воды и почвы показали, что существенной разницы по содержанию в них химических веществ между районами не обнаружено, однако, районы города имеют свою специфику загрязнения воздушной среды, зависящую от характера размещенных в них производств.

Библиографический список

1. Буштуева К.А., Случайно И.С. Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. М.: Медицина, 1980.
2. Вышегородских Н.В., Рыжиков В.В., Григорьев В.К. и др. Доклад об экологической ситуации в Орловской области в 2011 году. Правительство Орловской области. Управление по охране и использованию объектов животного мира, водных биоресурсов и экологической безопасности Орловской области (Орелоблэконнадзор). Орел: Издательский Дом «Орловская литература и книгоиздательство» («Орлик»), 2012.
3. Ладнова Г.Г., Силютин В.В., Курочкина М.Г. Качество воздушной среды и состояние здоровья детского и подросткового населения/ Сборник статей XVI международной научно-практической конференции «Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья РФ»: Липецк, 12-13 декабря 2012; С. 98-102
4. Пинигин М.А., Соколов С.А., Филонов В.П., Амвросьев П.А. Принципы гигиенической оценки степени загрязнения атмосферного воздуха// Здоровоохранение: Орган МЗ Республики Беларусь. 1996; №8: С. 15 – 17.

References

1. Bushtueva K.A., Sluchayno I.S. Methods and criteria for evaluating the health status of the population due to pollution of the environment. Moscow, Medicine, 1980 .
2. Vyshegorodskih N.V., Rizhikov V.V., Grigoriev V.K. and others report on the environmental situation in the Orel region in 2011. The Government of the Oryol region. The Office for the Protection and Use of wildlife , aquatic biological resources and ecological security of the Orel region. Eagle Publishing House “Orel literature and publishing “ (“ Orlik “) , 2012.
3. Ladnova G.G., Silyutina V.V., Kurochitskaya M.G. Air quality and health status of children and adolescent population / Collection of Articles XVI International Scientific- Practical Conference “ Problems of ecology and environmental security of the Central Chernozem region of Russia “: Lipetsk , 12-13 December 2012 , 98-102
4. Pinigin M.A., Sokolov S.A., Filonov V.P., Amvrosiev P.A. The principles of hygienic assessment of the degree of air pollution // Health Care : The Authority Ministry of Health of the Republic of Belarus. 1996 , 8 : 15 - 17.

УДК 504.064.36:574

UDC 504.064.36:574

И.Ю. МИХНЕНКО

аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности Орловского государственного университета
E-mail: i.mihnenko@yandex.ru

П.В. ТИМОФЕЕВА

магистр кафедры безопасности жизнедеятельности Орловского государственного университета
E-mail: i.mihnenko@yandex.ru

Н.В. БОНДАРЬ

кандидат биологических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности Орловского государственного университета
E-mail: i.mihnenko@yandex.ru

I.U. MIKHNENKO

postgraduate of the Faculty of Life safety, Orel State University
E-mail: i.mihnenko@yandex.ru

P.V. TIMOFEEVA

master of the Faculty of Life safety, Orel State University
E-mail: i.mihnenko@yandex.ru

N.V. BONDAR

candidate of biological Sciences, a professor of the Faculty of Life safety, Orel State University
E-mail: i.mihnenko@yandex.ru

ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ СУЩЕСТВОВАНИЯ

SIGNIFICANCE OF ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE EXISTENCE CONDITION

В настоящее время сложились неблагоприятные экологические условия для жизни человека. Возрастает количество факторов внешней среды, оказывающих негативное влияние на здоровье человека. Экологический мониторинг имеет большое значение в природоохранной деятельности.

Ключевые слова: неблагоприятные факторы, окружающая среда, мониторинг.

Currently people face adverse environmental conditions for human life. Environmental factors that have a negative impact on human health are increasing in number. Environmental monitoring is great importance in environmental activities.

Keywords: adverse factors, environment, monitoring.

В настоящее время отношения в системе «человек – окружающая среда» чрезвычайно осложнились. Интенсификация технического прогресса, рост масштабов промышленного и сельскохозяйственного производства, потребительское отношение к природным ресурсам приводят к деградиционным изменениям среды обитания человека.

Возрастает количество факторов внешней среды, оказывающих негативное влияние на здоровье человека.

В связи с этим улучшение и сохранение окружающей природной среды, обеспечивающей человечеству устойчивое развитие в современных условиях существования, является актуальной проблемой современности [1].

Охрана окружающей среды является сложным и многогранным процессом, для оптимальной реализации которого необходимо располагать разнообразной информацией не только об источниках загрязнения окружающей среды, о составе и динамике распространения загрязняющих веществ, но и о текущем состоянии экосистемы и о возможных тенденциях изменения этого состояния в будущем [2].

Получение данной информации обеспечивается системами экологического мониторинга.

Экологический мониторинг состояния окружающей среды, являясь системой постоянного наблюдения и регулярного контроля, позволяет оценить текущее состояние среды, провести анализ происходящих в данный момент процессов и возможных тенденций их развития.

Хозяйственная деятельность и техническое воздействие человека на окружающую среду привели к опасным изменениям в экологической системе, природных комплексах и ландшафте [2].

В связи с этим наибольшую актуальность и значимость приобретает экологический мониторинг антропогенных изменений.

Экологический мониторинг позволяет осуществить анализ и прогнозирование состояния экологической системы, отслеживая не только природно-технические подсистемы, но и медико-биологические показатели среды обитания [3].

Осуществляя наблюдение за источниками антропогенных воздействий, за текущим состоянием окружающей среды, экомониторинг обеспечивает получение информации для оценки происходящих изменений в природной среде под влияние антропогенных воздействий и для оценки прогнозируемого состояния среды обитания.

Анализ окружающей природной среды возможно осуществить на основании:

- измерения показателей окружающей среды и оценки их значений на соответствие нормативным данным;
- определения причин, вызывающих отклонение показателей окружающей среды;
- оценки последствий, которые могут повлечь за собой отклонения значений этих показателей.

На основании данных мониторинга разрабатываются научно обоснованные решения, направленные на ликвидацию причин, обусловивших изменение показателей состояния окружающей среды и разработку мероприятий по заблаговременному предупреждению развития негативных последствий [3].

Формирование базы различных данных, используемых в процессе анализа, обеспечивается различными системами мониторинга, каждая из которых решает свои конкретные задачи.

Наблюдение за общемировыми процессами в биосфере осуществляет глобальный мониторинг. Наблюдение за воздействием на окружающую среду конкретного антропогенного источника обеспечивает локальный мониторинг. Осуществление наблюдений локального антропогенного воздействия в опасных местах и в зонах непосредственного приближения к источникам загрязняющих веществ обеспечивает импактный мониторинг [4].

Каждая система экологического мониторинга имеет свои методы наблюдений за источниками, факторами и масштабами негативных воздействий. Использование определенных методов позволяет осуществлять наблюдения за химическим составом воздуха и радиационным фоном, контролировать динамику

распространения загрязняющих веществ и т.д. [5].

Результаты физического, химического, экобиологического, биологического, дистанционного и других систем мониторинга формируют банки данных, на основании которых представляется возможным составить «экологический портрет» среды обитания и предоставить достоверную информацию службам управления экологической безопасностью и природоохранной деятельностью [6].

Эффективность экологического мониторинга обеспечивается четким определением структуры и соблюдением последовательности основных его процедур.

Для осуществления эффективного экологического мониторинга необходимы соответствующие условия, предполагающие создание специальных станций, оснащенных современным лабораторным оборудованием, измерительной аппаратурой, наличие компьютеров, транспорта, средств связи и т.д. [6,7].

Создание благоприятных условий для полноценного функционирования системы экологического мониторинга требует больших финансовых затрат, которые должны в полной мере предусматриваться при формировании государственного бюджета.

Обеспечение экологического мониторинга является государственной задачей первостепенной важности, так как постоянный мониторинг текущего состояния окружающей среды и научно обоснованное прогнозирование тенденций ее изменения позволит своевременно планировать и осуществлять практические действия по улучшению качества жизни и сохранению здоровья человека – основного движущего фактора экономического, социального и духовного развития страны.

Библиографический список

1. *Бондарь Н.В.* Психическое здоровье человека и окружающая среда. // Актуальные проблемы адаптации молодых людей в современном мире. Брянск: 2004. С. 84-87.
2. www.Ecosystema.ru
3. <http://ec5.ru/jekologicheskaja-bezopasnost>.
4. Library.fentu.ru
5. *Купас В.И., Калачева О.А., Селин А.В. и др.* //Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг– Москва: РГОТУПС, 2007. 222 с.
6. *Есипов Ю.В., Самсонов В.А., Еремин А.И.* Мониторинг и оценка риска систем «защита – объект – среда». М.:ЛКИ, 2006. 138 с.
7. Shkolazhizni.ru

References

1. *Bondar. N.V.* Mental Health & The Environment. // Actual Problems of Adaptation of Young People In The Modern World. Bryansk: 2004. – p. 84-87.
2. www.Ecosystema.ru
3. <http://ec5.ru/jekologicheskaja-bezopasnost>.
4. Library.fentu.ru
5. *Kupas V.I., Kalacheva O.A., Selin A.V., etc.* // Methods And Tools For Environmental Monitoring. Environmental Monitoring.– Moscow: RGOTUPS, 2007. – p. 222
6. *Esipov U.V., Samsonov V.A., Eremin A.I.* Monitoring and risk assessment systems «protection- object - environment» - M.: LKI, 2006. – p. 138
7. Shkolazhizni.ru

УДК 574.4 : 574.5 : 572.11.4

UDC 574.4 : 574.5 : 572.11.4

В.Н. МОКРОГУЗОВА

аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского
E-mail: ot.del.ekologii@yandex.ru

V.N. MOKROGUZOVA

postgraduate student of the Department of ecology and rational nature management Bryansk state University named after academician I.G. Petrovsky
E-mail: ot.del.ekologii@yandex.ru

ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ГРУППЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РОССИИ

ECOLOGICAL-ECONOMIC GROUPS OF MEDICINAL PLANTS OF NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

Изучение лекарственных растений Брянского Полесья позволило выявить эколого-хозяйственные группы, разделить 32 вида по трем группам ресурсного статуса в зависимости от возможных ежегодных заготовок на территории Брянской области. По принадлежности к ресурсной группе рекомендовано планировать заготовки видов и вести неистощительное природопользование.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырье, эксплуатационный (промысловый) запас, урожайность вида, ежегодные заготовки, лекарственные растения, запасы биомассы.

The study of the medicinal plants of the Bryansk Polesie allowed to identify the ecological-economic groups, which helped to divide the 32 species in three groups of resource status depending on the possible annual workpieces on the territory of Bryansk region. According to the resource group is recommended to plan the workpieces of types and don't lead destructive use of natural resources.

Keywords: medicinal vegetative raw material, operational (fishing) reserve, the yield of the species, the annual harvesting of medicinal plants, biomass.

В последние годы резко возрос дефицит лекарственного сырья (ЛС), необходимого для аптечной сети и фармацевтической промышленности. Потребности аптек области удовлетворяются централизованными поставками на 34%, а ЛС местных заготовок – на 12%. Объемы заготовок ЛС в области сократились за последние годы в три раза. Индивидуальные заготовители и промышленные сборщики в области традиционно заготавливают не более 30 видов лекарственных растений (ЛР). В связи с загрязненностью ряда районов радионуклидами, а также тем обстоятельством, что отдельные виды попали в список охраняемых растений, перечень заготавливаемых растений сократился наполовину [2].

Сведения о запасах ЛС в Брянской области установили, их нужно постоянно обновлять и проследить динамику биомассы ЛР во временном разрезе. На территории Брянской области выявлено более 35 видов дикорастущих ЛР, используемых в научной медицине [1].

Цель исследования – выявить новые местонахождения ЛС, выделить эколого-хозяйственные группы ЛР на территории Брянской области.

В полевые сезоны 2009-2012 гг. исследованы 14 административных районов Брянской области, обнаружено и закартировано местонахождения 32 видов ЛР: Навлинский (ст. Синезёрки, с. Зубовка, ст. Кокоревка – заказник Княжка, болото Рыжуха, оз. Солька), Выгоничский (ст. Полужье, п. Усовье, д. Новый Хутор, д. Локня), Клиновский

(п. Первомайский, п. Туросна), Гордеевский (д. Петраковка, д. Удел, д. Дмитриевка – оз. Колковского, д. Старая Полона, с. Кузнецы, д. Поповка, болото Горелое, д. Глинное, д. Стругова Буда, д. Алисовка, д. Струговка, Красногорское лесничество), Мглинский (п. Степной, с. Дивовка, с. Шеверды, с. Высокое, г. Мглин, с. Деремна, д. Вельжичи, д. Велюханы, д. Симонтовка), Суражский (п. Октябрьский, г. Сураж), Почепский (п. Роща, д. Селище, нп. Житня, нп. Ново-Николаевский, д. Сергеевка), Жирятинский (с. Страшевичи), Карачевский (болото Тёплое), Новозыбковский (г. Новозыбков), Брянский (п. Кокино, с. Хотылёво), Жуковский (п. Леденёво), Стародубский (с. Понуровка), Дятьковский (п. Шибенец) [3].

Эксплуатационный запас показывает, сколько можно заготовить сырья при однократной эксплуатации заросли. Однако доказано, что ежегодная заготовка на одной и той же заросли допустима лишь для ЛР, у которых используют плоды. В остальных случаях необходимо учитывать, за сколько лет после проведения заготовок популяция восстанавливает первоначальный запас сырья. Можно наметить такую периодичность заготовок: для соцветий и надземных органов однолетних растений – раз в 2 года; для надземных органов многолетних растений – один раз в 4-6 лет; для подземных органов большинства растений – не чаще одного раза в 15-20 лет. При этом в северных районах и худших условиях местообитания следует брать максимальную продолжительность периода восстановления.

Методика обследования территории: на пробных площадях 20 см² срезали наземную часть ЛР на уровне почвы, а также собирали подземную часть растений, у которых она применяется в медицине (указывали № пробной площадки, вид растения, размер занимаемой им площади, ОПП, приуроченность к сообществу). Растения высушивали, после чего измеряли их массу в воздушно-сухом состоянии – с перерасчётом на 1 м². По этим находкам ЛР был рассчитан эксплуатационный запас и возможные ежегодные заготовки сырья.

Урожайность вида рассчитывалась по формуле: $Y = M \times S$, где Y – урожайность (кг/м²); M – биомасса вида (кг); S – площадь заросли (м²).

Расчёт эксплуатационных запасов ЛР произведён по формуле:

$E = Y \times S_{\text{общ}}$, где E – эксплуатационный запас (кг); Y – минимальная урожайность вида (кг/м²); $S_{\text{общ}}$ – общая площадь зарослей в местообитании (м²).

Возможные ежегодные заготовки находились по формуле: $Z = E / O$, где Z – ежегодная заготовка (кг); E – эксплуатационный запас (кг); O – оборот заготовки (включающий год заготовки и продолжительность периода восстановления) (год) [4].

Черда трёхраздельная *Bidens tripartita* L. массово встречается в п. Усовье и его окрестностях (Выгоничский р-он). Обнаружено несколько местонахождений в лесу и около него общей площадью 700 м². Урожайность вида 0,910 кг/м², эксплуатационный запас 637 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Bidens tripartita* имеют следующие значения в районах Брянской области: Выгоничский 637 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 127,4 кг.

Чистотел большой *Chelidonium majus* L. встречается в п. Усовье и его окрестностях (Выгоничский р-он). Обнаружено местонахождение в лесу площадью 60 м². Урожайность вида 0,436 кг/м², эксплуатационный запас 26,16 кг. Встречены заросли площадью 280 м² в лесу около ж/д ст. Синезёрки (Навлинский р-он). Урожайность вида 0,496 кг/м², эксплуатационный запас 138,88 кг. Обнаружена заросль площадью 350 м² в п. Первомайский (Клинцовский р-он). Урожайность вида 0,455 кг/м², эксплуатационный запас 159,25 кг. В Гордеевском р-не у д. Нежча встречено несколько сообществ общей площадью 90 м², у д. Петраковка (около старой свинофермы) отмечены заросли общей площадью размером 7400 м². Урожайность вида 0,396 кг/м², эксплуатационный запас 2966 кг. Вид отмечен в д. Удел, вдоль центральной улицы, обнаруженная площадь сообщества составляет 1 га. Урожайность вида 0,538 кг/м², эксплуатационный запас 5380 кг. В д. Дмитриевка несколько сообществ распространены вдоль центральной улицы, площадь которых составляет 0,6 га. Урожайность вида 0,131 кг/м², эксплуатационный запас 786 кг. По исследованиям

местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Chelidonium majus* имеют следующие значения в районах Брянской области: Выгоничский 26,16 кг, Навлинский 138,88 кг, Клинцовский 159,25 кг, Гордеевский 9132 кг. Ежегодная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 1891 кг.

Пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L. встречается в п. Усовье и его окрестностях (Выгоничский р-он). Обнаружены несколько местонахождений между лесом и железной дорогой общей площадью 550 м². Урожайность вида 0,690 кг/м² и 0,902 кг/м², эксплуатационный запас 379,5 кг. Сообщество обнаружено на заливном лугу у с. Хотылёво (Брянский р-он) общей площадью 130 м² с урожайностью вида 0,925 кг/м² и эксплуатационным запасом 120,25 кг. Распространена в с. Страшевичи (Жирятинский р-он), обнаружены заросли общей площадью 670 м². Урожайность вида 0,450 кг/м², эксплуатационный запас 301,5 кг. В Мглинском р-не у п. Степной обнаружена площадь сообщества 200 м². Урожайность вида 0,055 кг/м², эксплуатационный запас 11 кг. На заброшенных с/х землях между п. Степной и с. Дивовка площадь сообщества составляет 1 га с урожайностью вида 0,679 кг/м², эксплуатационным запасом 6790 кг. В с. Шеверды встречено сообщество площадью 20 м². Урожайность вида 1,360 кг/м², эксплуатационный запас 27,2 кг. Вдоль ж/д ст. Синезёрки (Навлинский р-он). Распространено сообщество площадью 120 м². Урожайность вида 0,406 кг/м², эксплуатационный запас 48,72 кг. Распространена в Гордеевском р-не у окраины д. Старая Полона (на заброшенных с/х полях), отмечены две площадки по 100 м². Урожайность вида 0,496 кг/м², эксплуатационный запас 99,2 кг. У поворота на д. Поповка (трасса Гордеевка – Красная Гора) отмечена площадка 40 м². Такая же заросль отмечена на 2 км от д. Нежча в направлении трассы Гордеевка – Красная Гора с урожайностью 0,530 кг/м², эксплуатационным запасом 42,4 кг. Встречены куртины на заброшенном с/х поле у с. Кузнецы. Средняя площадь всех зарослей около 2 га. Около 200 м² находится на окраине леса у д. Удел. Урожайность вида 0,629 кг/м², эксплуатационный запас 12705,8 кг. У дачного п. Шибенец (Дятьковский р-он) на заброшенных огородах и с/х землях обнаружено 2 га. Урожайность вида 1,816 кг/м², эксплуатационный запас 36320 кг. В ста метрах от поворота на д. Роща (Почепский р-он) обнаружена площадь сообщества около 200 м². Урожайность вида 0,670 кг/м², эксплуатационный запас 134 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Tanacetum vulgare* имеют следующие значения в районах Брянской области: Выгоничский 379,5 кг, Брянский 120,25 кг, Жирятинский 301,5 кг, Мглинский 6718,2 кг, Навлинский 48,72 кг, Гордеевский 12847,4 кг, Дятьковский район 36320 кг, Почепский 134 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 11373,9 кг.

Мята полевая *Mentha arvensis* L. встречается в п. Усовье и его окрестностях (Выгоничский р-он) отдельными куртинами. На трансекте лесного массива встретили 4 куртины площадью по 3 м². На площадке 1 м² расположено 4 куртины. По лугу на трансекте длиной 500 м встречено 10 куртин площадью 2,5-4 м². На трансекте 25 м обнаружено 7 куртин с площадью 3,5 м². Урожайность вида 0,122 кг/м², эксплуатационный запас 9,82 кг. Распространена в Гордеевском р-не (Красногорское лес-во) отдельными куртинами. В лесу встретились 7 куртин площадью 2 м² и 5 куртин площадью 4-5 м². На 1 м² встречается 3-4 куртины. Урожайность вида 0,070 кг/м², эксплуатационный запас 2,87 кг. Рядом с д. Дмитриевка, на сырых лугах, обнаружена площадь сообщества 100 м². Урожайность вида 0,09 кг/м², эксплуатационный запас 9 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Mentha arvensis* имеют следующие значения в районах Брянской области: Выгоничский 9,82 кг, Гордеевский 11,87 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 4,34 кг.

Роза коричная *Rosa majalis* L. встречается в п. Усовье на лугу и его окрестностях (Выгоничский р-он). Обнаружены заросли площадью 60 м² и 55 м². Урожайность вида 1,452 кг/м², эксплуатационный запас 217,8 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Rosa majalis* имеют следующие значения в районах Брянской области: Выгоничский 217,8 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 43,56 кг.

Ландыш майский *Convallaria majalis* L. встречается в сосновом лесу п. Усовье (Выгоничский р-он). Обнаружены заросли шириной от 3,5 м до 10,5 м и длиной 12 км. Урожайность подземной части вида 0,784 кг/м², эксплуатационный запас 82320 кг. Распространено сообщество на гриве поймы в дубраве у с. Хотылёво (Брянский р-он) площадью 500 м², 250 м². Урожайность подземной части 0,703 кг/м², эксплуатационный запас 527,25 кг. В сосновом лесу в окрестности дачного общества у п. Шибенец (Дятьковский р-он) отмечены четыре площадки по 400 м². Урожайность подземной части 0,766 кг/м², эксплуатационный запас 1225,6 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы подземной биомассы *Convallaria majalis* имеют следующие значения в районах Брянской области: Выгоничский 82320 кг, Брянский 527,25 кг, Дятьковский 1225,6 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местах не должна превышать 16814,57 кг.

Кипрей узколистный *Chamaenerionan gustifolium* L. встречается в окрестностях п. Усовье (Выгоничский р-он). Обнаружено сообщество площадью 300 м², между лесом и железной дорогой на 31 км. Урожайность вида 0,467 кг/м², эксплуатационный запас 140,1 кг. В п. Первомайский

(Клинцовский р-он) встречена заросль площадью 400 м². Урожайность вида 0,579 кг/м², эксплуатационный запас 231,6 кг. Распространён в окрестностях п. Леденёво (Жуковский р-он). Встретили заросли площадью 120 м² и 200 м². Урожайность вида 0,730 кг/м², эксплуатационный запас 233,6 кг. Встречается вдоль автодороги Гордеевка-Сураж. В с. Глинное (Гордеевский р-он) у 7 км обнаружены две заросли площадью по 100 м² и одна площадью 160 м². Урожайность вида 0,613 кг/м², эксплуатационный запас 159,3 кг. В п. Октябрьский на 28 км (Суражский р-он) обнаружены две заросли 25 м² и 40 м² с урожайностью 0,532 кг/м², эксплуатационным запасом 34,6 кг. В Мглинском р-не обнаружена заросль 1000 м² у перекрёстка дорог с. Высокое и с. Шеверды. Урожайность вида 0,675 кг/м², эксплуатационный запас 675 кг. При выезде из г. Мглин, рядом с АЗС обнаружена заросль 50 м². Урожайность вида 0,514 кг/м², эксплуатационный запас 25,7 кг. На опушке сосняка у детского лагеря Искорка (Брянский р-он) обнаружена заросль 50 м² с урожайностью 1,439 кг/м², эксплуатационным запасом 72 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Chamaenerionan gustifolium* имеют следующие значения в районах Брянской области: Выгоничский 140,1 кг, Брянский 72 кг, Клинцовский 231,6 кг, Жуковский 233,6 кг, Гордеевский 159,3 кг, Суражский 34,6 кг, Мглинский 700,7 кг. Ежегодная заготовка на территории области в данных местах не должна превышать 314,38 кг.

Чемерица Лобеля *Veratrum lobelianum* Bernh. встречается в лесу около ж/д ст. Синезёрки (Навлинский р-он). Обнаружена заросль площадью 30 м² и четыре площадки по 10 м² через каждые 30 метров. Урожайность вида 0,558 кг/м², эксплуатационный запас 39 кг. На заливаемом луку у с. Хотылёво (Брянский р-он) на трансекте 300 м встретили пять зарослей чемерицы Лобеля общей площадью 58 м². Урожайность вида 0,519 кг/м², эксплуатационный запас 30,1 кг. На заброшенных с/х землях п. Степной (Мглинской р-он) обнаружена площадь сообщества 10 м². Урожайность вида 0,086 кг/м², эксплуатационный запас 0,86 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Veratrum lobelianum* имеют следующие значения в районах Брянской области: Навлинский 39 кг, Брянский 30,1 кг, Мглинский 0,86 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 13,99 кг.

Лапчатка прямостоячая *Potentilla erecta* L. встречается в окрестностях ж/д ст. Синезёрки (Навлинский р-он). Обнаружена заросль площадью 512 м². Урожайность подземной части 0,618 кг/м², эксплуатационный запас 316,4 кг. Распространён в виде небольших площадок 2 м² на зарастающем поле вдоль грунтовой дороги с. Кузнецы в направлении к д. Старая Полона (Гордеевский р-он). Урожайность подземной части 0,060 кг/м², эксплуатационный за-

пас 1 кг. Такие же площадки обнаружены и в лесу с интервалом 10-30 м с урожайностью подземной части 0,243 кг/м², эксплуатационным запасом 2,4 кг. На заброшенных с/х землях п. Степной (Мглинский р-он) площадь распространения сообщества составляет несколько площадок по 100 м². Урожайность подземной части 0,127 кг/м², эксплуатационный запас 50 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы подземной биомассы *Potentilla erecta* имеют следующие значения в районах Брянской области: Навлинский 316,4 кг, Гордеевский 3,4 кг, Мглинский 50 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 24 кг.

Полынь горькая *Artemisia absinthium* L. встречается в окрестностях с. Зубовка (Навлинский р-он) девять зарослей общей площадью 1240 м². Урожайность вида 0,415 кг/м², эксплуатационный запас 514,6 кг. В с. Страшевичи (Жирятинский р-он) обнаружены четыре заросли общей площадью 700 м². Урожайность вида 0,47 кг/м², эксплуатационный запас 329 кг. В Гордеевском р-не на окраине д. Старая Полона около озера встречены две площадки по 40 м² и 50 м², с урожайностью вида 0,836 кг/м², эксплуатационным запасом 75 кг. Отмечена в д. Петраковка рядом с р. Нежча, около старой свинофермы заросль размером 200 м². Урожайность вида 1,510 кг/м², эксплуатационный запас 302 кг. Отмечены заросли в д. Старая Полона за озером (на старом автопарке) две площадки по 100 м², перед входом в д. Удел со стороны д. Старая Полона распространено сообщество 400 м². На заброшенной летней МТФ с. Кузнецы 200 м². Урожайность вида 0,92 кг/м², эксплуатационный запас 736 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Artemisia absinthium* имеют следующие значения в районах Брянской области: Навлинский 514,6 кг, Жирятинский 329 кг, Гордеевский 1113 кг. Ежегодная возможная заготовка на данной территории области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 391,32 кг.

Щавель конский *Rumex confertus* Willd. встречается в окрестностях с. Зубовка (Навлинский р-он). Встречены заросли площадью 80 м², 120 м² и 250 м². Урожайность вида 0,49 кг/м², эксплуатационный запас 220,5 кг. В Мглинском р-не у с. Дивовка обнаружено несколько местонахождений общей площадью 1 га, в окрестностях п. Степной площадью до 1 га. Урожайность вида 0,245 кг/м², эксплуатационный запас 4900 кг. Рядом с п. Степной обнаружена площадь сообщества 200 м². Урожайность вида 0,226 кг/м², эксплуатационный запас 45,2 кг. Рядом с с. Дивовка встречена площадь сообщества 2 га. Урожайность вида 0,55 кг/м², эксплуатационный запас 11000 кг. В Почепском р-не у нп. Житня отмечена площадь сообщества 1,5 га. Урожайность вида 0,342 кг/м², эксплуатационный запас 5131 кг. Перед д. Селище площадь сообщества занимает 300 м². Урожайность вида 0,269 кг/м², эксплуатационный запас 80,7 кг. У

нп. Ново-Николаевский площадь сообщества 150 м², с урожайностью вида 0,29 кг/м² и эксплуатационным запасом 43,5 кг. В Выгоничском р-не перед поворотом на д. Новый Хутор у 154 км отмечена площадь сообщества 250 м². Урожайность вида 0,43 кг/м², эксплуатационный запас 107,5 кг. В двухсот метрах перед поворотом на д. Локня встречена площадь сообщества около 2 га с урожайностью 0,33 кг/м² и эксплуатационным запасом 6600 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Rumex confertus* имеют следующие значения в районах области: Навлинский 220,5 кг, Мглинский 15945,2 кг, Почепский 5255,2 кг, Выгоничский 6707,5 кг. Ежегодная заготовка на территории области в данных местообитаниях не должна превышать 5654,14 кг.

Крапива двудомная *Urtica dioica* L. встречается в окрестностях с. Зубовка (Навлинский р-он), заросли площадью 100 м². Урожайность вида 0,105 кг/м², эксплуатационный запас 10,5 кг. В Гордеевском р-не на окраине д. Старая Полона около озера отмечена заросль площадью 400 м². Урожайность вида 0,092 кг/м², эксплуатационный запас 36,8 кг. На заброшенной МТФ д. Удел обнаружена площадь сообщества 400 м². Урожайность вида 0,119 кг/м², эксплуатационный запас 47,6 кг. У п. Степной (Мглинский р-он), на заброшенных огородах площадь сообщества 100 м². Урожайность вида 0,185 кг/м², эксплуатационный запас 18,5 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Urtica dioica* имеют следующие значения в районах Брянской области: Навлинский 10,5 кг, Мглинский 18,5 кг, Гордеевский 84,4 кг. Ежегодная заготовка в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 22,68 кг.

Горец змеиный *Polygonum bistorta* L. встречается на заливном лугу с. Хотылёво (Брянский р-он), на трансекте встретили пять зарослей общей площадью 265 м². Урожайность подземной части 0,0558 кг/м², эксплуатационный запас 14,787 кг. Распространён в окрестности ж/д ст. Кокоревка, заказник Княжка, пойменное болото (Навлинский р-он). С правой стороны от ж/д по направлению Навля-Брянск встретили шесть зарослей площадью 267 м² и десять зарослей с левой стороны площадью 270 м². Урожайность подземной части 0,159 кг/м², эксплуатационный запас 642 кг. Встречено сообщество около автодороги Клиницы – Брянск. (Клинцовский р-он) Площадь заросли 1,8 га. Урожайность подземной части 0,16 кг/м², эксплуатационный запас 2880 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы подземной биомассы *Polygonum bistorta* имеют следующие значения в районах Брянской области: Брянский 14,787 кг, Навлинский 642 кг, Клинцовский 2880 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 221 кг.

Очанка лекарственная *Euphrasia officinalis* L. об-

наружена на заливном лугу с. Хотылёво (Брянский р-он). Встретили местонахождение площадью 48 м². Урожайность 0,098 кг/м², эксплуатационный запас 4,7 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Euphrasia officinalis* имеют следующие значения в районах Брянской области: Брянский 4,7 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 0,95 кг.

Вахта трёхлистная *Menyanthes trifoliata* L. обнаружена в Навлинском р-не на болоте Рыжуха, местонахождение площадью 600 м². Урожайность подземной части 0,223 кг/м², эксплуатационный запас 133,8 кг. На оз. Солька встретили сообщество площадью 1,5 га. Урожайность подземной части 0,199 кг/м², эксплуатационный запас 2985 кг. Встречается в окрестности ж/д ст. Кокоревка, заказник Княжка, пойменное болото. С правой стороны от ж/д путей встретили шесть зарослей площадью 267 м² и десять зарослей с левой стороны площадью 270 м². Урожайность подземной части 0,189 кг/м², эксплуатационный запас 813 кг. Обнаружена вдоль дороги на 8 км от г. Новозыбков (Новозыбковский р-он), местонахождения площадью 0,3 га. Урожайность подземной части 0,257 кг/м², эксплуатационный запас 771 кг. Распространена на болоте Тёплое (Карачевский р-он) сообщество площадью 0,6 га. Урожайность подземной части 0,2028 кг/м², эксплуатационный запас 1216,8 кг. Встречено сообщество около автодороги Клинец–Брянск (Клинцовский р-он), площадь заросли 1,8 га. Урожайность подземной части 0,226 кг/м², эксплуатационный запас 4068 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы подземной биомассы *Menyanthes trifoliata* имеют следующие значения в районах Брянской области: Новозыбковский 771 кг, Навлинский 3931,8 кг, Клинцовский 4068 кг, Карачевский 1216,8 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 624,225 кг.

Сабельник болотный *Comarum palustre* L. – на болоте Рыжуха (Навлинский р-он) обнаружены заросли 100 м² и 260 м². Урожайность подземной части 0,134 кг/м², эксплуатационный запас 48,38 кг. Около дороги на 8 км от г. Новозыбков (Новозыбковский р-он) отмечено сообщество площадью 0,2 га. Урожайность подземной части 0,114 кг/м², эксплуатационный запас 228 кг. На болоте Горелое у д. Удел (Гордеевский р-он) отмечены заросли площадью 50 м², 80 м², 100 м². Урожайность подземной части 0,12 кг/м², эксплуатационный запас 27,6 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы подземной биомассы *Comarum palustre* имеют следующие значения в районах Брянской области: Новозыбковский 228 кг, Навлинский 48,38 кг, Гордеевский 27,6 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 19 кг.

Дудник лекарственный (дягиль) *Archangelica officinalis* Hoffm. В окрестностях с. Попуровка (Стародубский р-он) встретили два местонахождения площадью по 300 м². Урожайность подземной части 0,382 кг/м², эксплуатационный запас 343,8 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы подземной биомассы *Archangelica officinalis* имеют следующие значения в районах Брянской области: Стародубский 382,4 кг. Ежегодная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 21,48 кг.

Цмин песчаный *Helichrysum arenarium* L. В п. Туросна (Клинцовский р-он) обнаружено сообщество 966 м². Урожайность вида 0,038 кг/м², эксплуатационный запас 36,7 кг. Встречается на поле у с. Кузнецы (Гордеевский р-он) куртинами. Средняя площадь заросли 400 м². Урожайность вида 0,036 кг/м², эксплуатационный запас 14,4 кг. Перед поворотом на п. Кокино (Брянский р-он) отмечена площадь сообщества около 50 м². Урожайность вида 0,04 кг/м², эксплуатационный запас 2 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Helichrysum arenarium* имеют следующие значения в районах области: Клинцовский 36,7 кг, Гордеевский 14,4 кг, Брянский 2 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 10,62 кг.

Синюха голубая *Polemonium coeruleum* L. На болоте Тёплое (Карачевский р-он) отмечено сообщество площадью 1,2 га. Урожайность подземной части 0,132 кг/м², эксплуатационный запас 1584 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР эксплуатационные запасы подземной биомассы *Polemonium coeruleum* имеет следующие значения в районах области: Карачевский 1584 кг. Ежегодная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 112,5 кг.

Тимьян ползучий (чабрец) *Thymus serpyllum* L. В Гордеевском р-не встречается вдоль автодороги Гордеевка–Сураж. В с. Глинное у 7 км обнаружена заросль площадью 25 м². Урожайность вида 0,996 кг/м², эксплуатационный запас 24,9 кг. Отмечено несколько зарослей общей площадью 60 м² у с. Кузнецы. Урожайность вида 0,07 кг/м², эксплуатационный запас 4,2 кг. После д. Струговка у 23 км при повороте на г. Сураж (Суражский р-он) обнаружена заросль 100 м². Урожайность вида 0,148 кг/м², эксплуатационный запас 14,8 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Thymus serpyllum* имеют следующие значения в районах Брянской области: Гордеевский 29,1 кг, Суражский 14,8 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 8,78 кг.

Цикорий обыкновенный *Cichorium intybus* L. в Гордеевском р-оне встречается вдоль автодороги Гордеевка–Сураж. В с. Стругова Буда рядом с МТФ обнаружена заросль площадью по 20 м².

Урожайность подземной части 0,125 кг/м², эксплуатационный запас 2,5 кг. У д. Алисовка (окрестности зерноскладов и силосных ям) встречено несколько зарослей общей площадью 600 м². Урожайность подземной части 0,128 кг/м², эксплуатационный запас 76,8 кг. Несколько сообществ встречены у д. Удел, вдоль грунтовой дороги в направлении к МТФ, общей площадью 150 м². Урожайность подземной части 0,126 кг/м², эксплуатационный запас 18,9 кг. В окрестностях д. Старая Полона у автобусной остановки, площадь сообщества 80 м², у заброшенных складов зернохранилищ 150 м². Урожайность 0,097 кг/м², эксплуатационный запас 22,3 кг. В Мглинском р-не 3 км от д. Велюханы в направлении к д. Вельчижи несколько зарослей общей площадью 1 га. Урожайность подземной части 0,13 кг/м², эксплуатационный запас 1300 кг. На участке автодороги Ветлевка – Дивовка несколько местонахождений общей площадью 500 м². Урожайность подземной части 0,12 кг/м², эксплуатационный запас 60 кг. У д. Сергеевка (Почепский р-он) заросль 250 м². Урожайность подземной части 0,145 кг/м², эксплуатационный запас 36,25 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы подземной биомассы *Cichorium intybus* имеют следующие значения в районах области: Гордеевский 120,5 кг, Мглинский 1360 кг, Почепский 36,25 кг. Ежегодная заготовка в обнаруженных местах не должна превышать 303,35 кг.

Василёк синий *Centaurea cyanus* L. встречается вдоль автодороги Гордеевка – Сураж у 23 км д. Струговка, при повороте на Сураж (Суражский р-он) обнаружены четыре заросли общей площадью 570 м². Урожайность вида 0,182 кг/м², эксплуатационный запас 103,7 кг. В с. Шеверды (Мглинский р-он) обнаружены три заросли по 600 м². Урожайность вида 0,144 кг/м², эксплуатационный запас 259,2 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Centaurea cyanus* в районах Брянской области: Суражский 103,7 кг, Мглинский 259,2 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 72,58 кг.

Зверобой продырявленный *Hypericum perforatum* L. встречается вдоль автодороги Гордеевка – Сураж 23 км у д. Струговка при повороте на Сураж (Суражский р-он) обнаружено местонахождение 100 м². Урожайность вида 0,225 кг/м², эксплуатационный запас 22,5 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Hypericum perforatum* значения в районах Брянской области: Суражский 22,5 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 4,5 кг.

Пустырник *Leonurus cardiaca* L. при повороте с. Шеверды (Мглинский р-он). Обнаружены заросли 40 м² и 60 м². Урожайность вида 1,577 кг/м², эксплуатационный запас 157,7 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР эксплуатационные за-

пасы *Leonurus cardiaca* имеет следующие значения в районах Брянской области: Мглинский 157,7 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 31,54 кг.

Донник лекарственный *Melilotus officinalis* (L.) Pall. встречается у с. Деремна (Мглинский р-он), обнаружена площадка 100 м². Урожайность вида 0,96 кг/м², эксплуатационный запас 96 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Melilotus officinalis* имеют следующие значения в районах Брянской области: Мглинский 96 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 19,2 кг.

Донник белый *Melilotus albus* Medik. У с. Деремна обнаружены заросли 200 м², 250 м², 200 м², у поворота на д. Велюханы отмечена площадка 50 м², в д. Вельчижи 100 м², в д. Ветлевка 50 м², в с. Дивовка у перекрёстка автодорог 50 м², на выезде из г. Мглин через дорогу от заправки 100 м² (Мглинский р-он). Урожайность вида 0,552 кг/м², эксплуатационный запас 552 кг. В Гордеевском р-не вблизи автодороги Гордеевка – Сураж на 17 км у д. Глинное обнаружена заросль 100 м². Урожайность вида 0,660 кг/м², эксплуатационный запас 66 кг. В д. Стругова Буда обнаружена площадка 30 м². Урожайность вида 0,548 кг/м², эксплуатационный запас 16,5 кг. У д. Удел, площадь сообщества 100 м². Урожайность вида 0,677 кг/м², эксплуатационный запас 67,7 кг. Вдоль автодороги Гордеевка – Сураж за д. Глинное обнаружено несколько сообществ общей площадью 400 м². Урожайность вида 0,75 кг/м², эксплуатационный запас 300 кг. Встречен на окраине д. Старая Полона на заброшенных с/х полях. Отмечены три площадки по 100 м², 200 м², 400 м². Урожайность вида 0,834 кг/м², эксплуатационный запас 583 кг. Рядом с трассой Гордеевка – Красная Гора у поворота на д. Старая Полона отмечены три площадки 245 м², 250 м² и 200 м². Урожайность вида 0,446 кг/м², эксплуатационный запас 201 кг. Встречается в п. Усовье и его окрестностях (Выгоничский р-он) между лесом и железной дорогой заросль площадью 100 м². Урожайность вида 0,34 кг/м², эксплуатационный запас 34 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Melilotus albus* имеют следующие значения в районах Брянской области: Мглинский 552 кг, Гордеевский 1234,2 кг, Выгоничский 34 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 364,04 кг.

Хвощ полевой *Equisetum arvense* L. в Гордеевском р-не обнаружен около леса у с. Кузнецы. Площадь заросли 20 м². У д. Дмитриевка обнаружена заросль 1 га. Урожайность вида 0,083 кг/м², эксплуатационный запас 832 кг. Отмечен у оз. Колковское в 2 км на северо-восток от д. Дмитриевка площадь сообществ 800 м². Урожайность вида 0,076 кг/м², эксплуатационный запас 60,8 кг. Встречена заросль 100 м² на залив-

ном лугу с. Хотылёво (Брянский р-он). Урожайность вида 0,093 кг/м², эксплуатационный запас 9,3 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Equisetum arvense* имеют следующие значения в районах Брянской области: Гордеевский 892,8 кг, Брянский 9,3 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории Брянской области в обнаруженных местообитаниях вида не должна превышать 180,42 кг.

Валериана лекарственная *Valeriana officinalis* L. в Гордеевском р-не в лесу около д. Удел отмечено три площадки по 10 м² и две по 5 м². Урожайность вида 0,097 кг/м², эксплуатационный запас 2 кг. Рядом с д. Дмитриевка обнаружена заросль 20 м². Урожайность вида 0,123 кг/м², эксплуатационный запас 2,5 кг. У п. Степной (Мглинский р-он) площадь заросли 15 м². Урожайность вида 0,057 кг/м², эксплуатационный запас 0,86 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Valeriana officinalis* имеют следующие значения в районах области: Мглинский 0,86 кг, Гордеевский 4,5 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в данных местах не должна превышать 0,335 кг.

Вереск обыкновенный *Calluna vulgaris* (L.) Hill. В Гордеевском р-не обнаружено несколько зарослей общей площадью 50 м² рядом с лесом с. Кузнецы. Растёт куртинами размером 1-2 м². Урожайность вида 0,127 кг/м², эксплуатационный запас 6,35 кг. У оз. Колковское в 2 км на северо-восток от д. Дмитриевка. Встречено несколько местонахождений общей площадью 100 м². Урожайность вида 0,119 кг/м², эксплуатационный запас 11,9 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Calluna vulgaris* имеют значения в районах Брянской области: Гордеевский 18,25 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 3,65 кг.

Тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L. отмечен около старой МТФ с. Кузнецы (Гордеевский р-он) площадь 150 м². Урожайность вида 0,09 кг/м², эксплуатационный запас 13,5 кг.

Встречается в с. Хотылёво (Брянский р-н). Площадь сообщества 50 м². Урожайность вида 0,25 кг/м², эксплуатационный запас 12,5 кг. По исследованиям местообитаний видов ЛР, эксплуатационные запасы *Achillea millefolium* имеют следующие значения в районах Брянской области: Гордеевский 13,5 кг, Брянский 12,5 кг. Ежегодная возможная заготовка на территории области в обнаруженных местообитаниях не должна превышать 5,2 кг.

Золототысячник обыкновенный *Centaurium erythraea* Rafn. встречается спорадически по дороге через лес от д. Старая Полона до с. Кузнецы (Гордеевский р-он). Урожайность вида 0,15 кг/м².

Прострел раскрытый *Pulsatilla patens* (L.) Miller. обнаружен у лесной дороги Красногорского лесничества, (Гордеевский р-он) четыре куртины площадью по 1 м². Урожайность вида 0,03 кг/м², эксплуатационный запас 0,15 кг. Встречается в лесу за с. Симонтовка (Мглинский р-он).

Изучение видов лекарственной растительной флоры Брянского Полесья в пределах Брянской области позволило проанализировать и выявить эколого-хозяйственные группы ЛР, разделить 32 вида по трем группам ресурсного статуса в зависимости от возможных ежегодных заготовок на территории области в обнаруженных местообитаниях вида.

1 группа с возможной ежегодной заготовкой меньше 100 кг – *Mentha arvensis*, *Rosa majalis*, *Veratrum lobelianum*, *Potentilla erecta*, *Urtica dioica*, *Helichrysum arenarium*, *Thymus serpyllum*, *Centaurea cyanus*, *Hypericum perforatum*, *Leonurus cardiaca*, *Melilotus officinalis*, *Valeriana officinalis*, *Calluna vulgaris*, *Achillea millefolium*, *Comarum palustre*, *Archangelica officinalis*, *Euphrasia officinalis*, *Pulsatilla patens*, *Centaurium erythraea*;

2 группа с возможной ежегодной заготовкой 100-1000 кг – *Bidens tripartita*, *Chamaenerion angustifolium*, *Artemisia absinthium*, *Cichorium intybus*, *Melilotus albus*, *Equisetum arvense*, *Polygonum bistorta*, *Polemonium caeruleum*, *Menyanthes trifoliata*;

3 группа с возможной ежегодной заготовкой больше 1000 кг – *Chelidonium majus*, *Rumex confertus*, *Tanacetum vulgare*, *Convallaria majalis*.

Библиографический список

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М.: Изд. ТУГК, 1980.
2. Величкин Э.М. Изучение и картирование запасов лекарственных растений в Брянской области. Брянск. 1982-1987.
3. Мокогузова В.Н. Ресурсные виды флоры лекарственных растений и их экологическое качество в Брянском Полесье // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2) (2012): Точные и естественные науки. Брянск: РИО БГУ, 2012. С. 202-206.
4. Методические указания по подготовке к практическим занятиям по фармакогнозии специальности 060108 «Фармация» <http://do.gendocs.ru/docs/index-126980.html?page=2>
5. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 1995. 992 с.

References

1. Atlas of areas and resources of medicine plants of USSR. M.: Izd. TYGK, 1980.
2. Velichkin E.M. Study and mapping inventory of medicinal plants in the Bryansk region. Bryansk. 1982-1987.

3. Mokroguzova V.N. Resource flora species of medicinal plants and their ecological quality in Bryansk Polesie // Bulletin of the Bryansk state University. № 4 (2) (2012): Exact and natural Sciences. Bryansk: RIO BSU, 2012. P. 202-206.
4. Guidelines for the preparation of practical training in pharmacognosy specialty 060108 «pharmacy» <http://do.gendocs.ru/docs/index-126980.html?page=2>
5. Cherepanov S. Kaliev Vascular plants of Russia and neighboring countries. SPb. 1995. 992 P.

УДК 582.29 (470.319)

UDC 582.29 (470.319)

Е.Э. МУЧНИК

доктор биологических наук, доцент, ведущий науч-
ный сотрудник Института лесоведения РАН
E-mail eugenia@lichenfield.com

E.E. MUCHNIK

dr. hab. of biological science, ass. prof., leader researcher,
Forest Science Institute of RAS
E-mail eugenia@lichenfield.com,

**АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ЛИШАЙНИКОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
«ОРЛОВСКОЕ ПОЛЕСЬЕ» (ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ РОССИЯ)***

**LICHENS OF "ORLOVSKOYE POLESIE" NATIONAL PARK (ORYOL REGION,
CENTRAL RUSSIA): AN ANNOTATED CHECKLIST**

*Представлен аннотированный список лишайников и близких к ним грибов, включающий 171 вид и 2 разновидности, выявленных на территории Национального парка «Орловское Полесье» (Орловская обл., Центральная Россия). Новыми для исследованной территории являются 78 видов, 74 впервые приводятся для Орловской области, находка *Biatora pontica* Printzen et Tonsberg – первая в европейской части России.*

Ключевые слова: лишайники, Орловская область, Национальный парк «Орловское Полесье»

*The annotated checklist of lichens and allied fungi of "Orlovskoye Polesie" National Park (Oryol region, Central Russia) is presented. The checklist includes 171 species and 2 subspecies. 78 species are new for explored territory, 74 species for the first time given for the Orel region. The finding of *Biatora pontica* Printzen et Tonsberg is first in the European part of Russia.*

Keywords: lichens, Oryol region, "Orlovskoye Polesie" National Park.

До последнего времени сведения о лишайнобиоте Орловской области полностью исчерпывались упоминаниями А.А. Еленкина [2] о 23 видах лишайников, большинство из которых были собраны самим автором в окрестностях Орла. Фактически, через столетие после выхода этой работы, летом 2012 года впервые были проведены целенаправленные лишайнологические исследования на территории области, в Национальном парке «Орловское Полесье» (далее – НП).

НП, образованный в 1994 г. и расположенный в Знаменском и Хотынецком административных районах, является наиболее значимым «ядром» экологической сети Орловской области [7]. Общая площадь НП составляет 77, 2 тыс. га, из них 33, 4 тыс. га представлены лесами. Это крупнейший лесной массив области, отражающий зональный тип растительности. Преобладают смешанные леса, в состав которых в различных сочетаниях входят сосна обыкновенная,

ель европейская, дуб черешчатый, два вида березы, липа сердцелистная, осина, клен платанолистный, режа – ясень обыкновенный и ольха клейкая. В пределах НП встречаются также формации зоны широколиственных лесов – дубравы, липняки, режа ясенники, ольшаники и лиственные леса смешанного типа (дубово-липовые, дубово-ясеневые и др.).

Сборы материалов (более 700 образцов) осуществлялись маршрутным методом, маршруты более или менее равномерно охватывали территорию НП. Обследованы 40 местообитаний, включая основные типы лесных сообществ, а также населенные пункты, пустоши и остепненные местообитания. Ниже приводится перечень и краткие характеристики точек сбора.

Принятые сокращения: выд. – выдел; д. – деревня, кв. – квартал; л-во – лесничество; листв. – лиственные; окр. – окрестности; пос. – поселок; р-н – район.

* Исследования выполнены при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и Программы Президента РФ для государственной поддержки ведущей научной школы Российской Федерации НШ-2807.2012.4.

Т. 1. Хотынецкий р-н, Тургеневское л-во, Алёхинская дача, 22 кв., ельник с сосной, березой, осиною. N 53° 15.966', E 35° 10.924', 178 м н. у. м.

Т. 2. Там же, 23 кв., сосняк травяно-моховый, фрагментами – мохово-лишайниковый. N 53° 15.937', E 35° 10.985', 204 м н. у. м.

Т. 3. Там же, пос. Жудёрский, посадки березы. N 53° 15.408', E 35° 17.378', 205 м н. у. м.

Т. 4. Там же, 6 кв., сосняк с елью, осиною, березой (и дубом в подросте), можжевельником. N 53° 16.826', E 35° 15.922', 205 м н. у. м.

Т. 5. Там же, 15 кв., сосняк лишайниково-мохово-черничный. N 53° 16.744', E 35° 15.439', 205 м н. у. м.

Т. 6. Хотынецкий р-н, остепненная балка с ручьем между пос. Хотынец и д. Абалмасово, ивняк вдоль ручья. N 53° 07.887', E 35° 22.259', 209 м н. у. м.

Т. 7. Хотынецкий р-н, пустошь, зарастающая сосной у д. Трубечина, N 53° 14.496', E 35° 11.751', 211 м н. у. м.

Т. 8. Хотынецкий р-н, д. Пырятинка, старые деревянные заборы. N 53° 14.936', E 35° 10.016', 209 м н. у. м.

Т. 9. Хотынецкий р-н, Тургеневское л-во, Алёхинская дача, 58 кв., березняк. N 53° 13.910', E 35° 08.762', 207 м н. у. м.

Т. 10. Там же, сосняк лишайниковый у дороги. N 53° 14.076', E 35° 09.028', 205 м н. у. м.

Т. 11. Хотынецкий р-н, Льговское л-во, 9 кв., сосняк с березой, N 53° 19.172', E 35° 18.357', 231 м н. у. м.

Т. 12. Там же, 1 кв., болото сфагновое с клюквой, пушицей, осоками. N 53° 20.082', E 35° 17.720', 224 м н. у. м.

Т. 13. Там же, 11 кв. (11 выд.), смешанный лес (сосна, дуб, береза, рябина и липа в подлеске. N 53° 19.200', E 35° 19.888', 213 м н. у. м.

Т. 14. Там же, 34 кв. (12 выд.), прикормочная для зубров, молодой смешанный лес: береза, ель, сосна, осина. N 53° 18.242', E 35° 20.063', 214 м н. у. м.

Т. 15. Там же, просека между 14 кв. и 15 кв., осина, дуб, береза. N 53° 19.045', E 35° 23.043', 204 м н. у. м.

Т. 16. Там же, 48 кв., у «Детского источника», старовозрастный хвойный лес (ель, сосна) с небольшой примесью листв. пород. N 53° 17.249', E 35° 20.544', 239 м н. у. м. Т. 17. Там же, 51 кв., болото сфагновое с сосной, березой, осиною, багульником. N 53° 17.221', E 35° 20.211', 235 м н. у. м.

Т. 18. Знаменский р-н, Пешковское л-во, 29 кв., д. Елénки, старые ивы. N 53° 24.288', E 35° 29.095', 205 м н. у. м.

Т. 19. Там же, 40-41 кв., старовозрастный хвойный лес (сосна, ель 90-110 лет), листв. породы в подлеске. N 53° 23.145', E 35° 27.610', 201 м н. у. м.

Т. 20. Там же, 39 кв., ельник с осиною, N 53° 23.240', E 35° 27.356', 200 м н. у. м. Т. 21. Знаменский р-н, Михайловское л-во, 7 кв., ольшаник с дубом по ручью Лисичка. N 53° 22.811', E 35° 27.280', 193 м н. у. м.

Т. 22. Там же, 25 кв., кордон Михайловского л-ва,

мшистый бугор, старые деревянные заборы, посадки старых груш, ив и др. листв. пород. N 53° 21.408', E 35° 25.257', 192 м н. у. м.

Т. 23. Там же, 14 кв. (выдел 2-3), сфагновое болото с сосной, березой, пушицей. Вокруг болота старовозрастный хвойный лес с осиною и березой в подлеске. N 53° 22.204', E 35° 23.248', 193 м н. у. м.

Т. 24. Там же, 19 кв. (21 выд.), старовозрастный дубняк с липой, подростом клена, рябины, и посадками ели под пологом леса. N 53° 21.792', E 35° 27.649', 196 м н. у. м.

Т. 25. Там же, в окр. д. Б. Михайловка, между реками Вытебеть и Шковка, пустошь, зарастающая сосной. N 53° 21.196', E 35° 26.539', 197 м н. у. м.

Т. 26. Знаменский р-н, Красниковское л-во, 119 кв. широколиственный лес, N 53° 26.364', E 35° 37.445', 196 м н. у. м.

Т. 27. Знаменский р-н, Пешковское л-во, 8 кв. сосняк с редкой елью, на почве – мохово-лишайниковый покров по краю у дороги, далее – травяной. N 53° 26.923', E 35° 33.602', 198 м н. у. м.

Т. 28. Знаменский р-н, Красниковское л-во, 33 кв., широколиственный лес (липа, клен, дуб, реже – береза и осина). N 53° 29.142', E 35° 33.750', 198 м н. у. м.

Т. 29. Там же, старовозрастный широколиственный лес (дуб, липа, вяз, клен). N 53° 29.175', E 35° 33.951', 196 м н. у. м.

Т. 30. Там же, д. Просвет, старые заборы и ветки берез. N 53° 26.566', E 35° 34.344', 195 м н. у. м.

Т. 31. Там же, пос. Красниковского л-ва, лиственные посадки, столбы электропередач. N 53° 24.655', E 35° 41.601', 194 м н. у. м.

Т. 32. Там же, 84 кв., липняк с березой, осиною. N 53° 28.236', E 35° 39.725', 215 м н. у. м.

Т. 33. Там же, 40 кв., березняк с осиною, кленом, лещиной. N 53° 29.127', E 35° 38.112', 261 м н. у. м.

Т. 34. Там же, просека между 39 и 52 кв. смешанный лес (ель с примесью широколиственных пород, березы, осины). N 53° 29.057', E 35° 37.440', 260 м н. у. м.

Т. 35. Там же, 52 кв., широколиственный лес (дуб, липа, клен), изредка старовозрастные сухие ели. N 53° 28.980', E 35° 36.941', 257 м н. у. м.

Т. 36. Хотынецкий р-н, Тургеневское л-во, 17 кв., экотропа, смешанный лес, фрагмент сосняка мохово-лишайникового. N 53° 16.008', E 35° 18.003', 213 м н. у. м.

Т. 37. Там же, в окр. старого бутового карьера, смешанный лес (сосна, дуб, береза, осина). N 53° 16.543', E 35° 17.467', 209 м н. у. м.

Т. 38. Там же, 31 кв., сосняк лишайниковый и лишайниково-моховой на песчаных буграх вдоль лесной дороги, N 53° 15.762', E 35° 19.390', 208 м н. у. м.

Т. 39. Хотынецкий р-н, Льговское л-во, 31 кв., сосняк с березой, в примеси ель (изредка). N 53° 18.718', E 35° 16.499', 217 м н. у. м.

Т. 40. Хотынецкий р-н, д. Старое, пруд, бетонная плотина. N 53° 17.923', E 35° 17.652', 226 м н. у. м.

Камеральная обработка проводилась с помощью стандартных методов определения [4], определение материалов – с использованием определителей ряда российских и зарубежных авторов [4 – 6, 9 – 11, 14, 15]; идентификация стерильных образцов проведена с применением метода тонкослойной хроматографии [12]. Кроме того, определена лихенологическая коллекция, собранная в 2005–2010 гг. сотрудниками и студентами кафедры ботаники Орловского государственного университета (ОрГУ), включающая около 150 образцов, значительная часть которых была собрана на территории НП.

Все идентифицированные материалы переданы в гербарий ОрГУ (ОНИ), дубликаты некоторых редких видов находятся в гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE). Результаты предварительной обработки были опубликованы [3], приведенный список включал 93 вида, из них 81 впервые приводились для области.

Дальнейшая обработка материалов позволила выявить более полный видовой состав лишенобиоты. В нижеприведенном списке номенклатура соответствует сводке «Список лишайников России» [8] с некоторыми изменениями [13]. Нелихенизированные грибы, традиционно анализируемые совместно с лишайниками, отмечены знаком «+», новые только для НП виды отмечены «*», новые для Орловской области – «**», новый для Европейской части России – «***». Если вид приводился для обследованной территории ранее под другим названием, оно приводится в скобках, как синоним. Для широко распространенных, часто встречающихся на обследованной территории видов приводятся только типичные субстраты и сообщества. Для видов, имеющих не более трех местонахождений в НП, приводятся конкретные точки сборов и субстраты.

Аннотированный список лишайников

****Absconditella lignicola** Vězda et Pisút – Т. 36, 37, на гниющем валеже.

Acarospora moenium (Vain.) G. Thor et Timdal (*Aspicilia moenium* (Vain.) G. Thor et Timdal) – Т. 40, на старом щелбе.

****Acrocordia gemmata** (Ach.) A. Massal. – Т. 26, на коре осин; Т. 28, на коре ясеня.

****Alyxoria varia** (Pers.) Ertz et Tehler – Т. 29, на коре старого вяза.

Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins et Scheid – на коре дуба в смешанных и широколиственных лесах.

****Anaptychia ciliaris** (L.) Körb. – Т. 4, 24, на коре осины.

****Arthonia byssacea** (Weigel) Almq. – Т. 28, на обескоренной древесине старой липы.

A. dispersa (Schr.) Nyl. – Т. 24, 26, на коре молодых кленов.

A. mediella Nyl. – Т. 24, на коре осины; Т. 26, на коре липы.

A. radiata (Pers.) Ach. – на коре молодых деревьев лиственных пород в смешанных и широколиствен-

ных лесах.

Arthothelium ruanum (A. Massal.) Körb. – на коре молодых деревьев лиственных пород в смешанных и широколиственных лесах.

***Bacidia rubella** (Hoffm.) A. Massal. – Т. 29, на мшистой коре старого вяза.

****Bacidina chlorotricula** (Nyl.) Vězda et Poelt – Т. 40, на сухих стеблях пижмы.

****Biatora globulosa** (Flörke) Fr. – Т. 21, на коре дуба.

****B. ocelliformis** (Nyl.) Arnold – Т. 20, на коре рябины; Т. 23, на коре лещины.

*****B. pontica** Printzen et Tonsberg – Т. 33, на коре липы.

****Buellia disciformis** (Fr.) Mudd – Т. 36, на коре молодой рябины.

****B. erubescens** Arnold – Т. 28, на коре ясеня.

****B. griseovirens** (Turner et Borrer ex Sm.) Almb. – на коре сосны и лиственных пород, сухой древесине в смешанных лесах и на болотах.

****Calicium lenticulare** Ach. – Т. 24, на сухой древесине.

****C. pinastri** Tibell. – Т. 23, на сухой древесине.

C. trabinellum (Ach.) Ach. – на сухой древесине в сосняках, смешанных лесах и на болотах.

Caloplaca cerina (Ehrh. ex Hedw.) Th. Fr. – Т. 11, на коре осины; Т. 22, на коре ивы.

****C. citrina** (Hoffm.) Th. Fr. – Т. 31, на бетоне.

****C. crenulatella** (Nyl.) H. Olivier – Т. 31, 40, на бетоне.

****C. pyracea** (Ach.) Th. Fr. – Т. 11, на коре осины.

****C. saxicola** (Hoffm.) Nordin – Т. 31, на бетоне.

****Candelariella aurella** (Hoffm.) Zahlbr. – на бетоне в населенных пунктах.

C. efflorescens Harris et Buck. – Т. 22, на коре липы; Т. 31, на коре ивы.

****C. lutella** (Vain.) Räsänen – Т. 21, на коре сухой ивы.

****C. xanthostigma** (Ach.) Lettau – Т. 22, на коре ивы.

Catillaria nigroclavata (Nyl.) Schuler – Т. 15, на коре осины; Т. 18, на коре ивы.

Cetraria ericetorum Opiz – Т. 7, 25, на песчаной почве.

C. islandica (L.) Ach. – на песчаной почве в сосняках лишайниковых, лишайниково-мохово-черничных и на пустошах, зарастающей сосной.

C. sepincola (Ehrh.) Ach. – на ветках ели, березы, ольхи в хвойных и смешанных лесах, ольшаниках, березняках, на сфагновых болотах.

****Cetrelia cetrarioides** (Delise et Duby) W. L. Culb. et C. F. Culb. – Т. 23, на коре дуба; Знаменский р-н, Красниковское л-во, 35 кв., на коре дуба в старовозрастном смешанном лесу, собр. Цуцупа Т.А. 01.05.2009.

****Chaenotheca brunneola** (Ach.) Müll. Arg. – Т. 17, 21, на сухой древесине.

Ch. chrysocephala (Turner ex Ach.) Th. Fr. – Т. 4, на древесине; Т. 27, на коре сосны.

Ch. ferruginea (Turner et Borrer) Mig. – на древесине, коре сосны и ели в широколиственных, хвойных и смешанных лесах, на сфагновых болотах

Ch. furfuracea (L.) Tibell – Т. 29, на древесине внутри дупла старого дуба.

Ch. stemonea (Ach.) Müll. Arg. – кора ели, сосны, древесина в хвойных и смешанных лесах.

****Ch. trichialis** (Ach.) Th. Fr. – Т. 13, 23, на древесине.

Ch. xyloxena Nád. – Т. 11, 24, на древесине.

****+Chaenothecopsis savonica** (Räsänen) Tibell – Т. 13, на древесине; Т. 23, на коре сосны.

Cladonia arbuscula ssp. *beringiana* Ahti (*C. arbuscula* ssp. *squarrosa* (Wallr.) Ruoss) – Т. 5, на песчаной почве.

C. arbuscula ssp. *mitis* (Sandst.) Ruoss – на песчаной почве в сосняках, по обочинам лесных дорог среди мхов и на пустошах, зарастающих сосной.

****C. borealis** Stenroos – Т. 10, на песчаной почве.

****C. botrytes** (Hagen) Willd. – Т. 12, 37, на гниющей древесине.

C. cenotea (Ach.) Schaer. – на почве, мшистых основаниях деревьев, гниющем валеже в хвойных и смешанных лесах.

C. chlorophaea (Flörke) Spreng. s. l. – на мшистых выворотнях, основаниях деревьев, гниющем валеже в хвойных и смешанных лесах, на сфагновых болотах, в населенных пунктах.

C. coniocraea (Flörke) Spreng. – на основаниях деревьев, замшелом валеже, гниющей древесине в смешанных, широколиственных и сосновых лесах, на сфагновых болотах и в населенных пунктах.

C. cornuta (L.) Hoffm. – на песчаной почве в сосняках и на пустошах, зарастающих сосной.

C. crispata (Ach.) Flot. – на песчаной почве в сосняках и на пустошах, зарастающих сосной.

****C. deformis** (L.) Hoffm. – Т. 12, на древесине; Знаменский р-н, Красниковское л-во, 34 кв, на почве в смешанном лесу с преобладанием хвойных пород, собр. Цуцупа Т.А., Ермолов А., 05.06.2009; Хотынецкий р-н, Тургеневское л-во, 30 кв., на торфяной почве, собр. Цуцупа Т.А., 25.06.2009.

C. digitata (L.) Hoffm. – на почве, мшистых основаниях хвойных и лиственных деревьев, гниющем валеже и древесине в хвойных, широколиственных и смешанных лесах.

C. fimbriata (Ach.) Schaer. – на основаниях хвойных и лиственных деревьев, замшелом валеже, гниющей древесине и почве в смешанных, широколиственных и сосновых лесах, на сфагновых болотах и в населенных пунктах.

****C. furcata** (Huds.) Schrad. – на песчаной почве в сосняках и на пустошах, зарастающих сосной.

C. gracilis (L.) Willd. – на песчаной почве в сосняках и на пустошах, зарастающих сосной.

C. macilenta Hoffm. – на мшистых выворотнях, основаниях деревьев, гниющем валеже в хвойных и смешанных лесах, на сфагновых болотах, в населенных пунктах.

C. ochrochlora Flörke – Т. 23, на мшистом основании осины; Т. 25, на песчаной почве; Т. 26, на старом пне лиственной породы.

****C. phyllophora** Hoffm. – Знаменский р-н, Красниковское л-во, д. Вытебеть, восточная окраина, на песчаной почве пустоши с подростом сосны, собр. Цуцупа Т.А., Талакина С., 07.06.2009.

C. pleurota (Flörke) Schaer. – на песчаной почве и пнях в сосняках, на пустошах и сфагновых болотах.

C. pyxidata (L.) Hoffm. – Т. 2, 25, на песчаной почве; Хотынецкий р-н, пос. Жудерский, на почве в сосняке, собр. Цуцупа Т.А., 25.06.2009.

C. rangiferina (L.) F. H. Wigg. – на песчаной почве в сосняках.

****C. rei** Schaer. – на песчаной почве в сосняках и на пустошах с подростом сосны, изредка на основаниях деревьев и валеже в широколиственных лесах.

C. subrangiformis Sandst. – Т. 25, на песчаной почве.

C. turgida (Ehrh.) Hoffm. – Т. 38, на песчаной почве.

C. uncialis (L.) Weber ex F. H. Wigg. – Т. 10, 38, на песчаной почве; Хотынецкий р-н, окр. пос. Жудерский, на почве в сосняке, собр. Радыгина В.И., 02.05.1980.

****Cyphelium cf. notarisii** (Tul.) Blomb. et Forssel – Т. 8, на старой обработанной древесине.

Evernia mesomorpha Nyl. – на коре сосны, ветках ели и березы в хвойных и смешанных лесах, на обработанной древесине в населенных пунктах.

E. prunastri (L.) Ach. – на коре и ветках лиственных пород, обработанной древесине в смешанных и широколиственных лесах, в населенных пунктах.

****Fuscidea arboricola** Coppins et Tønsberg – Т. 11, на коре сосны; Т. 19, на коре лещины.

****F. pusilla** – Т. 1, на коре ольхи; Т. 4, на коре сосны.

Graphis scripta (L.) Ach. – на коре лещины, молодых лип, кленов, ясеней и рябин в смешанных и широколиственных лесах.

Hypocenomyce friesii (Ach.) P. James et Gotth. Schneid. – Т. 12, на сухой древесине.

H. scalaris (Ach. ex Liljeblad) P. James et Gotth. Schneid. – на коре хвойных, дуба, березы, на сухой и обработанной древесине во всех типах лесов, на сфагновых болотах, в населенных пунктах.

Hypogymnia physodes (L.) Nyl. – на коре лиственных и хвойных деревьев, сухой и обработанной древесине во всех типах лесов, на сфагновых болотах и в населенных пунктах.

H. tubulosa (Schaer.) Hav. – Т. 3, на коре березы; Т. 23, на ветках ели.

****Imshaugia aleurites** (Ach.) S.L.F. Meyer – Т. 5, на коре сосны.

****Lecania cyrtellina** (Nyl.) Sandst. – Т. 1, 19, на коре рябины; Т. 39, на коре осины.

L. fuscella (Schaer.) A. Massal. – Т. 6, на коре ивы; Т. 11, на коре осины; Т. 22, на ветках груши.

****L. koerberiana** J. Lahm – Т. 21, на коре ивы.

****L. naegelii** (Hepp) Diederich et van der Boom – Т. 21, 22, на коре ивы.

****Lecanora albellula** (Nyl.) Th. Fr. – Т. 12, на древесине.

****L. albescens** (Hoffm.) Branth. et Rostr. – Т. 31, на бетоне.

L. allophana Nyl. – на коре осины (изредка крушины, ивы) в широколиственных и смешанных лесах, в населенных пунктах.

****L. argentata** (Ach.) Malme – Т. 11, на коре осины.

L. carpinea (L.) Vain. – на коре лиственных деревьев в широколиственных и смешанных лесах, населенных пунктах.

****L. dispersa** (Pers.) Sommerf. – Т. 21, на коре сухой ивы; Т. 31, на бетоне.

L. leptyroides (Nyl.) Degel. – на коре лиственных деревьев в широколиственных и смешанных лесах.

****L. persimilis** (Th. Fr.) Nyl. – Т. 40, на сухих стеблях пижмы.

L. populicola (DC.) Duby – на коре осины в смешанных и широколиственных лесах.

L. pulicaris (Pers.) Ach. – на коре сосны и лиственных деревьев во всех типах лесов, на сфагновых болотах и в населенных пунктах.

****L. sambuci** (Pers.) Nyl. – Т. 23, на коре рябины.

L. subcarpinea Szatala – Т. 5, на коре дуба; Т. 8, на обработанной древесине.

L. symmicta (Ach.) Ach. – на ветках хвойных, коре лиственных деревьев и древесине во всех типах лесов, на сфагновых болотах и в населенных пунктах.

L. thysanophora R. C. Harris – Т. 13, на коре липы.

L. varia (Hoffm.) Ach. – Т. 18, 22, 30, на обработанной древесине.

Lecidella elaeochroma (Ach.) M. Choisy – на коре осины (реже, рябины) в лиственных и смешанных лесах.

***L. euphorea** (Flörke) Hertel – на коре осины в лиственных и смешанных лесах.

****Lepraria elobata** Tónsberg – на коре сосны и лиственных деревьев у основания во всех типах лесов и посадках в населенных пунктах.

****L. incana** (L.) Ach. – на коре хвойных и лиственных деревьев (чаще у основания), пнях во всех типах лесов.

****L. jackii** Tónsberg – на коре хвойных и березы в хвойных и смешанных лесах.

****L. lobificans** Nyl. – на коре и пнях лиственных деревьев в лиственных и смешанных лесах.

****L. rigidula** (B. de Lesd.) Tónsberg – Т. 27, 39, на коре сосны.

Melanelixia fuliginosa (Fr.ex Duby) O. Blanco et al. – на коре и ветвях лиственных пород в смешанных и лиственных лесах, в посадках в населенных пунктах.

M. subargentifera (L.) O. Blanco et al. – Т. 29, на коре вяза; Т. 31, на коре старой липы.

M. subaurifera (Nyl.) O. Blanco et al. – Т. 10, на ветке сосны; Т. 24, на коре липы и дуба; Т. 28, на коре ясеня.

***Melanohalea exasperata** (De Not.) O. Blanco et al. – Т. 12, 19, на ветках березы.

M. exasperatula (Nyl.) O. Blanco et al. – на ветках ели и коре лиственных пород в хвойных, смешанных и лиственных лесах, посадках в населенных пунктах.

***M. olivacea** (L.) O. Blanco et al. – на ветках березы в хвойных и смешанных лесах, ольшаниках, на сфагновом болоте, в посадках в населенных пунктах.

****M. septentrionalis** (Lynge) O. Blanco et al. – Т. 1, 21, на коре ольхи.

Micarea misella (Nyl.) Hedl. – Т. 33, на гниющей древесине.

****M. prasina** Fr. – Т. 1, 28, на гниющей древесине.

****Mycoblastus fucatus** – Т. 11, на коре сосны, Т. 17, на коре березы.

****+Mycocalicium subtile** (Pers.) Szatala – на вертикальной сухой древесине в сосняках и на сфагновых болотах.

****Mycomicrothelia confusa** D. Hawksw. – Т. 29, на коре молодого вяза.

****Naetrocymbe punctiformis** (Pers.) R. S. Harris – Т. 32, на коре молодой липы.

****Opegrapha herbarum** Mont. – Т. 16, на сухой древесине.

****O. rufescens** Pers. – Т. 28, на коре ясеня.

****Pachyphiale fagicola** (Pepp) Zwackh – Т. 23, на коре осины.

Parmelia sulcata Taylor – на коре лиственных и хвойных деревьев, сухой и обработанной древесине во всех типах лесов и населенных пунктах;

Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl. – на коре сосны, березы и сухой древесине в сосняках и на сфагновых болотах.

Peltigera canina (L.) Willd – на мшистых основаниях осин и валеже в смешанных лесах (преимущественно, с елью).

P. didactyla (With.) J. R. Laundon – Т. 24, 27, на почве по обочине лесной дороги.

****P. extenuata** (Vain.) Lojka – Т. 22, на песчаной почве со мхами.

P. malacea (Ach.) Funck – Т. 7, на песчаной почве.

P. praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf – Т. 34, на мшистом валеже в смешанном лесу (с елью).

****Pertusaria albescens** (Huds) M. Choisy et Werner – Знаменский р-н, Красниковское л-во, 51 кв, на коре валежного ясеня в ясеннике, собр. Цуцупа Т.А., Ермолов А., 05.06.2009.

****P. amara** (Ach.) Nyl. – Т. 13, на коре дуба.

****Phaeophyscia ciliata** (Hoffm.) Moberg – Т. 4, 11, на коре осины.

Ph. nigricans (Flörke) Moberg – Т. 22, на бетоне; Т. 31, на коре ивы.

Ph. orbicularis (Neck.) Moberg – Т. 22, на бетоне; Т. 31, на коре тополя, ивы.

****Ph. sciastra** (Ach.) Moberg – Т. 3, 40, на бетоне.

Phlyctis argena (Spreng.) Flot. – на коре лиственных деревьев в смешанных и широколиственных лесах, посадках в населенных пунктах.

Physcia adscendens (Fr.) H. Olivier – на коре ли-

ственных деревьев в смешанных и лиственных лесах, посадках в населенных пунктах.

Ph. aipolia (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr. – на коре лиственных деревьев в смешанных и лиственных лесах, посадках в населенных пунктах.

Ph. dubia (Hoffm.) Lettau – Т. 3, на коре березы у основания.

*****Physcia stellaris*** (L.) Nyl. – Т. 21, на коре валежной ивы.

Ph. tenella (Scop.) DC. – на коре ивы (реже осины и липы) в смешанных и широколиственных лесах, на бетоне в населенном пункте.

*****Ph. tribacia*** (Ach.) Nyl. – Т. 33, на коре лещины.

*****Physconia detersa*** (Nyl.) Poelt. – Т. 13, на коре клена.

Ph. distorta (With) J. R. Laundon – на коре осины (реже, ивы) в лиственных и смешанных лесах, посадках в населенных пунктах.

Ph. enteroxantha (Nyl.) Poelt – на коре лиственных деревьев в широколиственных лесах и посадках в населенных пунктах.

Ph. perisidiosa (Erichsen) Moberg – Т. 4, на коре осины.

Placynthiella dasaea (Stirt.) Tønsberg – на гниющей древесине во всех типах лесов.

P. icmalea (Ach.) Coppins et P. James – на песчаной почве, гниющей и сухой древесине во всех типах лесов, на сфагновых болотах и в населенных пунктах.

P. oligotropa (J. R. Laundon) Coppins et P. James – Т. 2, на песчаной почве.

P. uliginosa (Schrab.) Coppins et P. James – на гниющем валеже и почве в сосняках, на пустошах с подростом сосны и сфагновых болотах.

Platismatia glauca (L.) W. L. Culb. et C. F. Culb. – Т. 4, на ветках сосны; Т. 23 на ветках ели.

Pleurosticta acetabulum (Neck.) Elix et Lumbsch – на коре дуба, ивы, липы в смешанных лесах, ольшаниках и посадках в населенных пунктах.

Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf – Т. 5, на коре сосны; Т. 12, на ветках сосны и березы; Т. 23, на ветках ели.

*****Pycnora praestabilis*** (Nyl.) Hafellner – Т. 17, на сухой древесине.

P. sorophora (Vain.) Hafellner – на сухой и обработанной древесине в хвойных лесах, на сфагновых болотах и в населенных пунктах.

*****Ramalina calicaris*** (L.) Fr. – Знаменский р-н, Красниковское л-во, 46 кв., на коре лиственного дерева в заболоченном сфагновом сосняке, собр. Цуцупа Т.А., Талакина С., 01.05.2009.

R. farinacea (L.) Ach. – на коре дуба, осины, клена в широколиственных и смешанных лесах

Rinodina pyrina (Ach.) Arnold – Т. 22, на ветках груши.

+*Sarea difformis* (Fr.) Fr. – Т. 16, на застывшей смоле ели.

Scoliosporum chlorococcum (Graewe ex Stenh.) Vězda – Т. 5, на ветках ели.

S. sarothamni (Vain.) Vězda – Т. 21, на ветках гру-

ши; Т. 22, на коре ольхи.

*****Strangospora deplanata*** (Almq.) Clauzade et C. Roux – Т. 1, на коре старой сосны.

*****S. moriformis*** (Ach.) Stein – Т. 27, на обнаженной древесине сосны.

*****S. pinicola*** (A. Massal.) Körb. – Т. 1, на коре старой сосны.

Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins et P. James – на почве, гниющей древесине в хвойных лесах и на сфагновых болотах; на обработанной древесине в населенных пунктах.

T. granulosa (Hoffm.) Lumbsch – Т. 38, на почве по обочине лесной дороги.

Tuckermanopsis chlorophylla (Willd.) Hale – Т. 3, на коре березы.

Usnea hirta (L.) Weber ex F. H. Wigg. – на ветках сосны и ели в хвойных и смешанных лесах, на ветках березы на сфагновом болоте, на обработанной древесине в населенных пунктах.

*****U. subfloridana*** Stirt. – Т. 19, на сухостое; Т. 23, на коре березы.

Vulpicida pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson et M. J. Lai – на ветках ели в смешанных лесах, коре сосны и березы на сфагновых болотах.

Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr. – Т. 31, на коре старой липы.

X. parietina (L.) Th. Fr. – на коре осины, рябины, ивы в смешанных и лиственных лесах, на старом бетоне, коре берез и обработанной древесине в населенных пунктах

X. polycarpa (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber – Т. 6, на коре ивы; Т. 8, на обработанной древесине, Т. 22, на ветках груши.

Таким образом, к настоящему времени список лишенобиоты НП включает 171 вид и две разновидности, 78 из которых являются новыми для территории НП, 74 впервые приводятся для Орловской области, 1 (*Biatora pontica*) – пока единственная находка в европейской части России.

К интересным следует отнести и находки нескольких видов-индикаторов старовозрастных, малонарушенных сообществ [1]: *Acrocordia gemmata*, *Arthonia byssacea*, *Bacidia rubella*, *Cetrelia cetrarioides*, *Chaenotheca stemonea*, *Melanelixia subargentifera*, а также других редких для средней полосы европейской России видов: *Absconditella lignicola*, *Alyxoria varia*, *Bacidina chlorotricula*, *Biatora ocelliformis*, *Buellia erubescens*, *Calicium lenticulare*, *C. pinastri*, *Candelariella lutella*, *Cetraria ericetorum*, *Cladonia borealis*, *Eopyrenula leucoplaca*, *Fuscidea arboricola*, *Hypocenomyce friesii*, *Lecanora persimilis*, *L. thysanophora*, *Lepraria rigidula*, *Mycomicrothelia confusa*, *Opegrapha herbarum*, *Pachyphiale fagicola*, *Peltigera extenuata*, *Physconia perisidiosa*, *Ramalina calicaris*, *Sarea difformis*, *Strangospora deplanata*, *S. pinicola*.

В заключение следует отметить, что при более детальном лишенологическом исследовании территории НП, особенно наиболее труднодоступных зон строгой охраны и заповедной, возможны пополнения

представленного списка и находки редких и интересных видов лишайников и близких к ним грибов.

Благодарности. Приношу благодарность администрации Национального парка «Орловское Полесье» за прекрасную организацию экспедиционных исследований. Благодарю Л.Л. Киселеву (Орловский государственный университет) за содействие в сборе лишайнологических материалов. Глубоко призна-

тельна L. Sliwa (Институт ботаники им. В. Шафера, г. Краков), М. Kukwa (Университет г. Гданьска), Г.П. Урбанавичюсу (Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН), И.Н. Урбанавичене, Л.А. Коноровой, Д.Е. Гимельбранту и Л.В. Гагариной (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН) за помощь в определении образцов некоторых таксонов.

Библиографический список

1. *Андерссон Л., Алексеева Н. М., Кузнецова Е.С.* (отв. ред.) Выявление и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т.2. Пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов. СПб., 2009.
2. *Еленкин А. А.* Флора лишайников Средней России. Ч. 1. Михайловское: Изд-во музея Е.П. Шереметьевой, 1906. Ч. 2. Михайловское: Изд-во музея Е. П. Шереметьевой, 1907. Ч. 3-4. Михайловское, 1911.
3. *Мучник Е.Э.* Первые сведения о лишайнобиоте Национального Парка «Орловское Полесье» (Орловская область). В кн.: Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов. Сборник статей второй международной научно-практической конференции, 17 – 21 сентября 2012, Волгоград. М.: Планета, С. 114 – 124.
4. *Окснер А.Н.* Определитель лишайников СССР. Вып. 2: Морфология, систематика и географическое распределение. Л.: Наука, Ленингр. отделение, 1974.
5. *Определитель лишайников России.* СПб.: Наука, 1996 – 2008. Вып. 6. 1996; Вып. 7. 1998; Вып. 8. 2003; Вып. 9. 2004; Вып. 10. 2008.
6. *Определитель лишайников СССР.* Л.: Наука, 1971 – 1978. Вып. 1. 1971; Вып. 3. 1975. Вып. 4. 1977.; Вып. 5. 1978.
7. *Пригоряну О.М.* Формирование системы ООПТ методом экологических сетей с использованием ГИС-технологий в Орловской области. Экологическая безопасность региона: опыт, проблемы, пути решения (материалы научно-практического семинара). Орел, 2004. С. 242–259.
8. *Урбанавичюс Г. П., Андреев М. П.* (отв. ред.) Список лишайнофлоры России. СПб.: Наука, 2010.
9. *Титов А.Н.* Таблицы к определению порошкоплодных лишайников (порядок Caliciales) России. Новости систематики низших растений 1998. 32: 92 – 110.
10. *Титов А.Н.* Микокалициевые грибы Голарктики. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006.
11. *Brodo I. M., Sharnoff S. D., Sharnoff S.* Lichens of North America. New Haven; London: Yale University Press, 2001.
12. *Orange A., James P. W., White F. J.* Microchemical methods for the identification of lichens. London: British Lichen Society, 2001.
13. *Roux C.* Catalogue des lichens et des champignons lichénicoles de France. Bull. Soc. linn. Provence 2012. 16 (special): 1 – 220.
14. *Smith C.W., Aptroot A., Coppins B. J. et al.* (eds.) The Lichens of Great Britain and Ireland. London: British Lichen Society, 2009.
15. *Wirth V.* Die Flechten Baden-Württembergs. Stuttgart: Hohenheim, 1995. Т.1–2.

References

1. *Andersson L., Alexeeva N. M., Kuznetsova E.S.* (eds.) Survey of biologically valuable forests in North-Western European Russia. V. 2. Identification manual of species to be used during survey and stand level. St. Petersburg, 2009.
2. *Elenkin A. A.* The Lichen Flora of Middle Russia. V. 1. Mikhaylovskoye: Publishing house of E.P. Sheremetieva's Museum, 1906. V. 2. Mikhaylovskoye: Publishing house of E.P. Sheremetieva's Museum, 1907. V. 3–4. Mikhaylovskoye, 1911.
3. *Muchnik E.E.* The first information about lichen biota of “Orlovskoye Polesie” National Park. In: Studying, preservation and restoration of natural landscapes. Collection of articles of the second international scientific and practical conference, 17 – 21 September 2012, Volgograd. M.: Planeta. 114–124.
4. *Oxner A. N.* Handbook of the lichens of USSR. Morphology, systematics and geographic distribution. V. 2. L.: Nauka, 1974.
5. *Handbook of the lichens of Russia.* St. Petersburg: Nauka, 1996–2008. V. 6. 1996; V. 7. 1998; V. 8. 2003; V. 9. 2004; V. 10. 2008.
6. *Handbook of the lichens of USSR.* L.: Nauka, 1971–1978. V. 1. 1971; V. 3. 1975. V. 4. 1977.; V. 5. 1978.
7. *Prigoryanu O.M.* Formation of SPNT system by a method of ecological networks with use of GIS-technologies in the Oryol region. In: Ecological safety of the region: experience, problems, solutions (materials of a scientific and practical seminar). Oryol, 2004: 242–259.
8. *Titov A. N.* The tables for identification of mazedial lichens (the order Caliciales) of Russia // Novitates Systematicae plantarum non vascularum; 32: 92 – 110.

9. Titov A. N. Mycocalicioid fungi (the order Mycocaliciales) of Holarctic. M.: KMK Scientific Press, 2006.
10. Urbanavichyus G. P., Andreev M. P. (ed.) A checklist of the lichen flora of Russia. St. Petersburg: Nauka, 2010.
11. Brodo I.M., Sharnoff S.D., Sharnoff S. Lichens of North America. – New Haven; London: Yale University Press, 2001.
12. Orange A., James P. W., White F. J. Microchemical methods for the identification of lichens. London: British Lichen Society, 2001.
13. Roux C. Catalogue des lichens et des champignons lichénicoles de France. Bull. Soc. linn. Provence 2012. 16 (special): 1 – 220.
14. Smith C.W., Aptroot A., Coppins B. J. et al. (eds.) The Lichens of Great Britain and Ireland. London: British Lichen Society, 2009.
15. Wirth V. Die Flechten Baden-Württembergs. Stuttgart: Hohenheim, 1995. T.1–2.

УДК 581.5.+581.15+502.75

UDC 581.5.+581.15+502.75

Ю.А. СЕМЕНИЩЕНКОВ

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского
E-mail: yuricek@yandex.ru

YU. A. SEMENISHCHENKOV

candidate of biology, docent of Department of Botany
Bryansk State University named after I.G. Petrovsky
E-mail: yuricek@yandex.ru

В.В. ТЕЛЕГАНОВА

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Национального парка «Угра»
E-mail: teleganovavika05@rambler.ru

V.V. TELEGANOVA

candidate of biology, senior researcher National Park
«Ugra»
E-mail: teleganovavika05@rambler.ru

СИНТАКСОНОМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КСЕРОМЕЗОФИТНЫХ ДУБРАВ ДОЛИНЫ ОКИ В ПРЕДЕЛАХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

THE SYNTAXONOMY AND ECOLOGY OF KSEROMESOPHYTE OAK FORESTS OF THE OKA VALLEY WITHIN KALUGA REGION

*В статье охарактеризованы сообщества ксеромезофитных широколиственных лесов, описанные в долине реки Оки в Калужской области. Установлен новый вариант асс. *Lathyro nigri-Quercetum roboris Bulokhov et Solomeshch* 2003 и дана его характеристика.*

Ключевые слова: ксеромезофитные леса, синтаксономия, долина Оки, Калужская область.

*In the paper the communities of kseromesophyte broad-leaved forests, described in the valley of Oka river in Kaluga region, are characterized. The new variant of ass. *Lathyro nigri-Quercetum roboris Bulokhov et Solomeshch* 2003 is established, and its characteristic is done.*

Keywords: kseromesophyte forests, syntaxonomy, valley of Oka river, Kaluga region.

Введение. Ока – самая крупная река Калужской области. На отрезке от г. Калуги до г. Алексина она протекает в узкой каньонообразной долине с крутыми берегами с высотой склонов до 80-90 м. Этот отрезок Оки, получивший название «Калужско-Алексинский каньон», – уникальный ландшафтный комплекс, характеризующийся своеобразным растительным покровом. Флора этого участка окской долины неоднократно была предметом специального изучения [6].

Уникальными с природоохранной точки зрения сообществами для этой территории являются ксеромезофитные дубравы с элементами «окской флоры» – комплекса южных лесостепных и степных видов,

проникающих в лесную зону по долине Оки и других крупных рек. Леса этого типа в целом являются редкими в Южном Нечерноземье России и представлены здесь у северной границы своего ареала [1, 3, 10]. В северной части своего распространения такие леса встречаются преимущественно в долинах наиболее крупных рек – Днепра, Десны и их притоков [13].

В 2012 г. проведено геоботаническое обследование ксеромезофитных дубрав в долине Оки на указанном участке. Ниже дается их характеристика.

Материалы и методы. Описание сообществ проведено на площадках в 400 м² с выявлением полного флористического состава. Синтаксономия раз-

работана с использованием метода флористической классификации [17]. Названия сосудистых растений даны по С. К. Черепанову [16]; мохообразных – по М.С. Игнатову и др. [19].

Результаты и их обсуждение. Описанные сообщества по составу диагностических видов и экологическим особенностям местообитаний отнесены к ассоциации ксеромезофитных широколиственных лесов Южного Нечерноземья России *Lathyro nigri-Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003 (табл.). Ее диагностические виды: *Quercus robur* (доминант), *Lathyrus niger*, *Potentilla alba*, *Primula veris*, *Heracleum sibiricum*. Эта комбинация в достаточной мере представлена в сообществах долины Оки. По сравнению с типичными сообществами указанной ассоциации, описанной южнее, – в Брянской области [1, 10], – снижается константность *Potentilla alba*, *Heracleum sibiricum*. Отсутствует и еще один характерный вид – *Laserpitium latifolium*.

Состав и структура. Древостой сообществ формирует дуб черешчатый высотой от 12 до 22 м с участием березы или осины. Сомкнутость обычно небольшая, около 50 %, имеются открытые участки – «окна», в отдельных сообществах сомкнутость достигает 70 %.

Кустарниковый ярус обычно плохо развит (сомкнутость 0-15 %). В нем наиболее представительна *Corylus avellana*, рассеянно присутствуют *Euonymus verrucosa*, *Swida sanguinea*, *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*, *Rhamnus cathartica*, редко – *Pyrus communis*. Обычно есть невысокий подрост *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Populus tremula*. В условиях хорошей освещенности, особенно на открытых участках, активно идет возобновление дуба.

Травяной покров достаточно характерен для сообществ данного типа, его основу составляют ксеромезофитные или мезофитные, преимущественно тепло- и светолюбивые виды разреженных широколиственных лесов и их опушек. Среди них *Agrimonia eupatoria*, *Astragalus glycyphyllos*, *Stachys officinalis*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Brachypodium pinnatum*, *Campanula persicifolia*, *Campanula rapunculoides*, *Carex montana*, *Geranium sanguineum*, *G. sylvaticum*, *Clinopodium vulgare*, *Lathyrus niger*, *Melampyrum nemorosum*, *Origanum vulgare*, *Polygonatum officinalis*, *Potentilla alba*, *Primula veris*, *Serratula tinctoria*, *Viola hirta* и др. Травостой красочный, многие виды являются яркоцветущими и создают локальные аспекты во время цветения. На открытых участках возрастает обилие луговых мезо- и ксеромезофитов. В некоторых сообществах доминируют *Rubus saxatilis* или *Pteridium aquilinum*. Общее проективное покрытие яруса варьирует от 40 до 90 % в зависимости от освещенности, интенсивности смыва и наличия выраженных доминантов.

Отличительная особенность сообществ Поочья – постоянное присутствие и нередко доминирование характерного для долины Оки кальцефильного вида *Clematis recta*. За пределами окской долины он

является редким, занесен в региональные Красные книги в Калужской [5] и соседней Брянской [4] областях. Высокие раскидистые растения ломоноса прямого обычно определяют облик сообществ, а во время цветения создают белый аспект. Есть сообщества, в которых ломонос является почти полным доминантом. Такая особенность позволяет установить для описываемой ассоциации вариант *Clematis recta*, характерный для окской долины. Следует отметить, что в составе сообществ ксеромезофитных лесов в других регионах ломонос прямой отмечается изредка и обычно не имеет такого высокого эдификаторного значения [8, 10, 12].

Мохово-лишайниковый ярус сообществ развит неравномерно, весьма характерными видами являются *Fissidens bryoides*, *F. taxifolius*, *Oxyrhynchum hyans*, поселяющиеся на сырых глинистых почвенных обнажениях. Изредка в основаниях стволов встречаются редкие в Центральной России неморальные эпифиты: *Anomodon attenuatus*, *A. longifolius*, *A. viticulosus*, *Dicranum viride*, *Leucodon sciurioides*. На выходах известняков отмечены петрофиты: *Didymodon rigidulus*, *Homomalium incurvatum*, *Schistidium crassipilum* – в Центральной России известен лишь для склона долины Оки у с. Дугна (Ферзиковский р-н) в Калужской области.

Видовое богатство сообществ – 28-68 видов на 400 м².

Единично встречены: *Acer negundo* C (1,r), *Aconitum lasiostomum* D (8,r), *Agrimonia pilosa* D (11,r), *Anomodon attenuatus* E (12,r), *Atrichum undulatum* E (1,r), *Barbula unguiculata* E (1,r), *Cardamine impatiens* D (13,r), *Carex digitata* D (13,r), *Carex sylvatica* D (4,r), *Centaurea scabiosa* D (9,r), *Cirsium oleraceum* D (4,r), *Crepis sibirica* D (4,+), *Cypripedium calceolus* D (10,r), *Dicranum viride* E (11,r), *Dryopteris filix-mas* D (10,r), *Euphorbia virgata* D (3,r), *Galium verum* D (12,r), *Gentiana cruciata* D (9,r), *Geum urbanum* D (11,r), *Lythospermum officinale* D (3,r), *Maianthemum bifolium* D (10,r), *Melandrium album* D (5,r), *Moehringia trinervia* D (13,r), *Molinia caerulea* D (1,+), *Phalacrocloma annua* D (4,r), *Picris hieracioides* D (11,r), *Pinus sylvestris* B (13,+), *Prunella vulgaris* D (11,r), *Pulmonaria angustifolia* D (9,r), *Ranunculus cassubicus* D (4,r), *Ranunculus polyanthemus* D (11,r), *Sanicula europaea* D (13,r), *Scorzonera humilis* D (3,r), *Stachys sylvatica* D (7,r), *Taraxacum officinale* D (11,r), *Trifolium medium* D (3,+), *T. pratense* D (3,r), *Valeriana officinalis* D (10,r), *Verbascum nigrum* D (3,r).

Локализация описаний: Оп. 1-5 – левобережный склон долины Оки ниже устья р. Калужки в окр. пос. Турынино (г. Калуга); оп. 6-11 – левобережный склон долины Оки в 1,5 км южнее д. Бронцы (Ферзиковский р-н); оп. 12-13 – левобережный склон долины Оки у с. Дугна (Ферзиковский р-н); 11.08.2012. Авторы описаний: Ю.А. Семенищенков, В.В. Телеганова.

Характеризующая таблица ксеромезофитных лесов долины реки Оки
асс. *Lathyro nigri-Quercetum roboris Clematis recta* var.

Табличный номер	Ярус	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Древесный ярус: высота, м		18	16	14	18	16	18	16	14	18	22	12	18	16
сомкнутость крон, %		50	50	50	50	50	70	50	50	50	50	70	60	60
Кустарниковый ярус:														
сомкнутость крон, %		1	-	-	5	5	15	5	5	5	10	5	5	15
Травяной ярус:														
проективное покрытие, %		80	80	90	50	60	40	60	40	80	50	50	70	35
Экспозиция склона		ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю	ю
Крутизна склона, град.							15	18	16		22			25
Количество видов		55	55	62	47	28	49	45	52	45	49	68	54	55

Диагностические виды асс. *Lathyro nigri-Quercetum roboris*

Quercus robur	A	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	V
Quercus robur	C	r	r	r	+	.	r	r	r	+	r	r	r	r	V
Lathyrus niger	D	+	+	r	+	+	1	+	1	+	+	+	1	+	V
Primula veris	D	r	+	+	.	+	r	+	r	r	.	r	r	r	V
Potentilla alba	D	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Heracleum sibiricum	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	I

Диагностические виды варианта *Clematis recta*

Clematis recta	D	4	3	3	+	3	1	2	1	2	1	+	3	1	V

Диагностические виды союза *Quercion* и порядка *Quercetalia pubescenti-petraeae*

Carex montana	D	.	+	1	r	.	r	r	1	+	+	+	r	+	V
Clinopodium vulgare	D	r	r	r	+	.	r	r	+	r	+	+	r	r	V
Stachys officinalis	D	+	+	r	+	.	+	+	r	r	+	+	r	+	V
Vincetoxicum hirundinaria	D	+	r	+	+	r	r	+	r	+	r	.	+	.	V
Brachypodium pinnatum	D	+	2	3	+	.	2	+	r	2	1	+	.	+	V
Campanula rapunculoides	D	r	+	.	+	r	r	.	r	.	.	r	r	.	IV
Geranium sylvaticum	D	r	.	.	r	.	+	+	r	+	+	r	r	.	IV
Melampyrum nemorosum	D	r	+	+	+	.	+	r	.	r	.	.	+	r	IV
Polygonatum officinalis	D	+	r	r	.	.	.	r	r	+	r	+	r	r	IV
Viola hirta	D	r	r	r	r	.	.	r	r	.	.	r	.	r	IV
Astragalus glycyphyllos	D	r	r	r	.	r	r	.	.	.	.	.	+	.	III
Serratula tinctoria	D	+	+	+	r	+	.	.	.	r	.	.	.	r	III
Galium boreale	D	r	+	.	.	1	.	.	+	.	+	.	+	.	III
Agrimonia eupatoria	D	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
Calamagrostis arundinacea	D	+	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	II
Campanula persicifolia	D	.	r	r	.	.	r	.	r	.	.	r	.	.	II
Geranium sanguineum	D	r	r	.	.	.	.	.	.	r	.	r	r	.	II
Origanum vulgare	D	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	II
Phlomis tuberosa	D	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	II
Pyrethrum corymbosum	D	.	.	.	.	.	r	.	r	r	.	.	.	.	II
Securigera varia	D	+	r	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	II
Thalictrum minus	D	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	II
Silene nutans	D	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	II
Filipendula vulgaris	D	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	r	.	.	II
Anemone sylvestris	D	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	I
Astragalus cicer	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	I
Cirsium polonicum	D	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	I
Pyrus communis	B/C	.	.	r/.	.	.	.	/r	.	.	.	.	.	.	I

03.00.00 – БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
03.00.00 – BIOLOGICAL SCIENCES

Табличный номер	Ярус	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Trifolium alpestre	D	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	I
Veronica teucrium	D	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	I
Диагностические виды порядка <i>Fagetalia sylvaticae</i>															
Acer platanoides	A	.	.	.	.	.	1	.	2	2	1	.	.	.	II
Acer platanoides	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	I
Tilia cordata	A/B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	/1	1/.	.	/1	II
Tilia cordata	C	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	I
Pulmonaria obscura	D	r	+	.	+	r	+	r	+	+	+	+	+	+	V
Asarum europaeum	D	.	+	.	r	+	+	+	.	.	r	+	r	r	IV
Scrophularia nodosa	D	r	.	.	r	r	+	.	+	r	.	r	.	.	III
Festuca gigantea	D	r	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Carex pilosa	D	.	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	I
Диагностические виды класса <i>Quercio-Fagetea</i>															
Viola mirabilis	D	+	.	r	+	.	+	+	r	r	+	r	r	+	V
Lathyrus vernus	D	+	+	+	+	r	+	r	1	r	+	.	+	.	V
Corylus avellana	C	+	r	r	1	1	2	1	+	1	1	1	+	2	V
Melica nutans	D	+	+	.	+	r	r	+	r	+	+	+	r	r	V
Convallaria majalis	D	+	+	r	+	r	+	r	.	1	+	2	+	1	V
Viburnum opulus	juv.	.	.	r	+	+	.	r	r	.	r	r	r	+	IV
Galium intermedium	D	.	.	.	+	.	+	r	r	+	+	r	r	r	IV
Epipactis helleborine	D	r	.	.	r	.	r	r	r	r	r	r	.	.	IV
Brachypodium sylvaticum	D	1	+	.	1	.	.	2	1	+	1	1	+	+	IV
Ajuga reptans	D	.	.	.	+	r	r	r	r	+	r	r	.	+	IV
Acer platanoides	C	r	.	.	.	.	r	r	r	.	+	+	+	+	IV
Vicia sylvatica	D	+	+	.	+	.	.	r	r	+	+	.	.	.	III
Lonicera xylosteum	D	.	.	.	+	.	r	.	r	.	r	r	.	r	III
Campanula trachelium	D	r	.	.	.	.	.	.	r	.	r	r	r	r	III
Poa nemoralis	D	.	.	.	r	.	r	r	r	.	.	.	+	+	III
Vicia sepium	D	r	r	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	II
Swida sanguinea	C	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	II
Stellaria holostea	D	.	.	.	r	.	r	r	+	.	.	.	r	.	II
Mercurialis perennis	D	.	.	r	.	.	r	.	+	.	.	.	+	.	II
Lamium maculatum	D	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	r	.	.	II
Glechoma hederacea	D	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	r	II
Galeobdolon luteum	D	.	+	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	II
Aegopodium podagraria	D	.	.	.	.	.	+	+	+	1	+	.	.	.	II
Malus sylvestris	B	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	r	.	I
Euonymus verrucosa	C	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	.	I
Прочие виды															
Angelica sylvestris	D	r	1	+	+	.	+	+	r	+	.	+	r	r	V
Galium mollugo	D	r	r	r	+	+	.	r	.	.	.	+	r	.	IV
Pteridium aquilinum	D	.	.	.	+	r	+	+	r	+	2	r	.	1	IV
Rubus saxatilis	D	+	r	.	.	r	+	+	r	.	.	r	.	+	IV
Betula pendula	A	.	r	.	.	.	2	1	1	.	2	2	.	.	III
Carex contigua	D	r	.	r	r	r	.	.	.	.	r	r	.	.	III
Frangula alnus	C	.	r	r	+	.	r	.	.	.	.	+	.	r	III
Inula salicina	D	+	+	1	.	.	.	.	r	.	+	r	r	.	III
Populus tremula	C	.	.	.	.	.	+	+	.	r	+	r	.	r	III

Табличный номер	Ярус	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Rhamnus cathartica</i>	C	.	.	.	.	.	+	r	r	.	r	r	r	.	III
<i>Solidago virgaurea</i>	D	.	r	r	.	.	.	.	.	.	r	+	r	+	III
<i>Anthriscus sylvestris</i>	D	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	II
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	D	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Fragaria vesca</i>	D	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	+	.	r	II
<i>Hypericum perforatum</i>	D	.	r	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	II
<i>Leucanthemum vulgare</i>	D	.	r	r	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	II
<i>Lysimachia nummularia</i>	D	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	+	.	r	II
<i>Medicago falcata</i>	D	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	II
<i>Poa angustifolia</i>	D	.	r	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	II
<i>Populus tremula</i>	A	.	.	.	.	.	1	2	.	+	.	.	.	.	II
<i>Ranunculus acris</i>	D	r	.	r	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	II
<i>Rubus caesius</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	r	r	II
<i>Seseli annua</i>	D	r	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Sorbus aucuparia</i>	C	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	+	II
<i>Veronica chamaedrys</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	+	.	.	II
<i>Achillea millefolium</i>	D	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Agrostis gigantea</i>	D	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Dactylis glomerata</i>	D	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Hieracium onegense</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	I
<i>Hieracium umbellatum</i>	D	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Hylothelephium purpureum</i>	D	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Hypericum hirsutum</i>	D	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	I
<i>Pimpinella saxifraga</i>	D	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Artemisia vulgaris</i>	D	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Bromopsis inermis</i>	D	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	I
<i>Centaurea jacea</i>	D	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	I
Мохообразные															
<i>Fissidens taxifolius</i>	E	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	V
<i>Fissidens bryoides</i>	E	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	V
<i>Oxyrrhynchium hians</i>	E	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	V
<i>Anomodon longifolius</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	I
<i>Anomodon attenuatus</i>	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	I
<i>Weissia controversa</i>	E	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Примечания к таблице. Обилие видов дано по комбинированной шкале обилия-покрытия Ж. Браун-Бланке [17]. Принадлежность к ярусам для видов обозначена латинскими буквами: А – первый древесный подъярус, В – второй древесный подъярус, С – кустарниковый ярус, подлесок, D – травяной (травяно-кустарниковый) ярус, Е – моховой (мохово-лишайниковый) ярус.

Экология. Сообщества ксеромезофитных дубрав распространены на крутых южных, реже – юго-восточных, коренных склонах долины Оки на смытых суглинках, подстилаемых известняками. В отдельных местообитаниях есть обнажения известняков. На слабозадернованных склонах активны эрозийные процессы.

Синтаксономическое положение.

Ксеромезофитные широколиственные леса Южного Нечерноземья в настоящее время относят к союзу *Quercion petraeae* Zolyomi et Jakucs et Jakucs 1960 (syn. *Potentillo albae-Quercion petraeae* (Кнарр 1948) J. Michalko 1986). Этот союз объединяет термофильные дубовые леса «за пределами географического и экологического распространения *Quercus pubescens*», «обедненные субсредиземноморскими и субконтинентальными видами», распространенные в Центральной и частично в Восточной Европе [18]. Союз рассматривают в составе порядка термофильных широколиственных лесов Центрально-европейской и юго-западной части Восточно-европейской провинций Среднеевропейского флористического региона *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 (syn. *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. 1931) класса

Quercus-Fagetum Br.-Bl. et Vl. in Vl. 1937. Среди диагностических видов союза и порядка в сообществах долины Оки отмечены: *Quercus robur*, *Agrimonia eupatoria*, *Galium boreale*, *Filipendula vulgaris*, *Stachys officinalis*, *Thalictrum minus*, *Trifolium medium*, *Viola hirta*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Pyrethrum corymbosum*, *Silene nutans*, *Steris viscaria*, *Polygonatum odoratum*, *Lathyrus niger*, *Carex montana*, *Trifolium alpestre*, *Campanula persicifolia*, *Clinopodium vulgare*, *Potentilla alba*, *Calamagrostis arundinacea*, *Fragaria vesca*, *Pulmonaria angustifolia*, *Serratula tinctoria*, *Brachypodium pinnatum*.

Феномен богатства более южными, в частности, лесостепными видами сообществ долины Оки приводит к тому, что при ординации синтаксонов порядка *Quercetalia pubescenti-petraeae*, описанных в Центральной России [11], леса Поочья дифференцируются как более континентальный и кальцефитный тип по сравнению с распространенными значительно южнее сообществами Брянской, Курской, Орловской областей, сопредельных областей Украины (рис. 1).

Сообщества ксеромезофитных лесов являются редкими для Южного Нечерноземья России [1, 3, 10]. При продвижении на север этого региона они становятся все более редкими и постепенно теряют набор характерных флористических компонентов, сближающих их с богатыми видами лесостепными дубравами [13].

Обозначения синтаксонов: 1 – субасс. *L. n.-Q. r. typicum Brachypodium sylvaticum* var.; 2 – субасс. *L. n.-Q. r. typicum typica* var. (Брянская, Орловская, Смоленская обл. [1, 2, 10, 14]); 3 – субасс. *L. n.-Q. r. pinetosum sylvestris* (Брянская обл. [7]); 4 – субасс. *L. n.-Q. r. pinetosum sylvestris Pyrus communis* var. (Украина – Панченко, 2012); 5 – асс. *Pyro pirastri-Quercetum* (Курская обл. [8]); 6 – субасс. *L. n.-Q. r. typicum typica* var. (Курская обл. – Дегтярев, 2012); 7 – субасс. *L. n.-Q. r. typicum Clematis recta* var. (Калужская обл. – данные авторов); 8 – асс. *Lathyro pisiformis-Quercetum* (Тульская обл. – Ю.А. Семенищенков, Е.М. Волкова, 2012); 9 – асс. *Vicio pisiformis-Quercetum* (Белгородская обл. [12]).

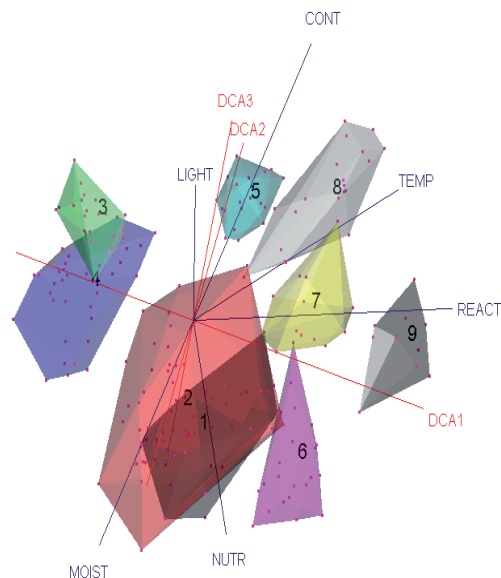


Рис. 1. Диаграмма DCA-ординации ценофлор синтаксонов ксеромезофитных широколиственных и сосново-широколиственных лесов (оси 1-3) порядка *Quercetalia pubescenti-petraeae* в Центральной России.

Природоохранное значение.

В составе описанных сообществ встречаются многие редкие и нуждающиеся в охране в Калужской и некоторых соседних областях виды, в том числе: *Anemone sylvestris*, *Cypripedium calceolus*, *Carex montana*, *Clematis recta*, *Hiericum hirsutum*, *Lathyrus niger*, *Linum flavum*, *Pyrethrum corymbosum*, *Serratula tinctoria*, *Veratrum nigrum*, *Viola montana* и др. [5, 6]. При этом большинство перечисленных видов в этом регионе имеют тесную связь именно с сообществами ксеромезофитных дубрав.

Заключение. Таким образом, сообщества ксеромезофитных широколиственных лесов долины Оки обладают значительным эколого-флористическим своеобразием по сравнению с их типологическими аналогами в соседних регионах. Поиск новых местонахождений сообществ данного типа в верхнем течении Оки позволит расширить сведения о распространении данной ассоциации и очертить актуальный ареал порядка *Quercetalia pubescenti-petraeae* в Нечерноземье.

Библиографический список

1. Булохов А.Д., Соломещ А.И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. – Брянск: Изд-во БГУ, 2003. 359 с.
2. Булохов А.Д., Семенищенков Ю.А. Ботанико-географические особенности ксеромезофитных широколиственных лесов союза *Quercion petraeae* Zolyomi et Jakucs et Jakucs 1960 Южного Нечерноземья России // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. 2013. № 1(1). С. 10-24.
3. Зеленая книга Брянской области (растительные сообщества, нуждающиеся в охране) Булохов А.Д., Панасенко Н.Н., Анищенко Л.Н., Аверинова Е.А., Федотов Ю.П., Харин А.В., Кузьменко А.А., Шапурко А.В. Под ред. А.Д. Булохова. Брянск: ГУП «Брянское полиграфическое объединение», 2012. 144 с.
4. Красная книга Брянской области. Растения. Грибы. Брянск, 2004. 272 с.
5. Красная книга Калужской области. Калуга: Золотая аллея, 2006. 608 с.
6. Крылов А.В., Телеганова В.В., Решетникова Н.М. Флористический очерк территории Калужско-Алексинского каньона в связи с необходимостью его охраны // Экология антропогенных ландшафтов: тенденции изменения, проблема сохранения биразнообразия Калужского края. Мат. науч. симпозиума 5-7 апреля 2011 г. Калуга. «Полиграф-Информ», 2012. С 36-43.

7. Морозова О.В. Леса заповедника «Брянский лес» и Неруссо-Деснянского Полесья (синтаксономическая характеристика). Брянск, 1999. 98 с.
8. Полуянов А.В. Остепненные байрачные дубравы Курской области // Флора и растительность Центрального Черноземья. 2012: Мат. науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2012 г.). Курск: Курский гос. ун-т, 2012. С. 131-138.
9. Растительность Европейской части СССР / Под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. Л.: Наука, 1980. 429 с.
10. Семенищенков Ю.А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск: РИО БГУ, 2009. 400 с.
11. Семенищенков Ю.А. Дискуссионные вопросы синтаксономии ксеромезофитных широколиственных лесов Юго-Западного Нечерноземья России // Известия СамНЦ. 2012 а. Т. 14, № 1 (4). С. 1117-1120.
12. Семенищенков Ю.А. Сообщества союза *Aceri tatarici-Quercion roboris* Zólyomi et Jakucs ex Jakucs 1960 в бассейне реки Ворсклы (Белгородская область) // Вестник ТвГУ. Сер. биология и экология. 2012 б. Вып. 28, № 25. С. 54-62.
13. Семенищенков Ю.А. Ботанико-географический полиморфизм в пределах ценофлор лесных ассоциаций Юго-Западного Нечерноземья России // Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения: Междунар. науч. конф., посв. 95-летию кафедры ботаники Тверского государственного университета (г. Тверь, 21-24 ноября, 2012 г.). Тверь: ТвГУ, 2012 в. С. 65-67.
14. Семенищенков Ю.А., Кузьменко А.А. Лесная растительность моренных и водно-ледниковых равнин северо-запада Брянской области. Брянск: ГУП «Брянское полиграфическое объединение», 2011. 112 с.
15. Семенищенков Ю.А., Панченко С.М. Эколого-флористическая дифференциация ценофлор ксеромезофитных лесов порядка *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 в бассейне средней Десны (Россия, Украина) // Флора и растительность Центрального Черноземья. 2012: Материалы научной конференции (г. Курск, 6 апреля 2012 г.). Курск, 2012. С. 142-150.
16. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
17. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Wien; N.-Y., 1964. 865 S.
18. Chytrý M. Thermophilous oak forests in the Czech Republic: Syntaxonomical revision of the *Quercetalia pubescenti-petraeae* // Folia Geobot. Phytotax. 1997. Vol. 32. P. 221-258.
19. Ignatov M. S. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 1-130.

References

1. Bulokhov A.D., Solomeshch A.I. Ekologiko-floristic klassification of the forests of Southern Nechernozemye of Russia. – Bryansk: BSU, 2003. – 359 p.
2. Bulokhov, A.D., Semenishchenkov Yu.A. Botaniko-geographical features of the xeromesophyte broad-leaved forest of the alliance *Quercion petraeae* Zolyomi et Jakucs et Jakucs 1960 of the Southern Nechernozemye of Russia // Bulletin of Bryansk department of Russian botanical society. – 2013. N 1(1). P. 10-24.
3. Green Data Book of the Bryansk region (plant communities that are need of protection) / Bulokhov A.D., Semenishchenkov Yu.A., Panasenko N.N., Anishchenko L.N., Averinova E.A., Fedotov Yu.P., Kharin A.V., Kuzmenko A.A., Shapurko A.V. / Ed. A.D. Bulokhov. – Bryansk, 2012. – 144 p.
4. Red Data Book of the Bryansk region. – Bryansk, 2004. – 272 p.
5. Red Data Book of Kaluga region. – Kaluga: Zolotaya alleya, 2006. – 608 p.
6. Krylov A.V. Teleganova V.V., Reshetnikova N.M. Floristical study of the Kaluga-Alexin's canyon due the need of its protection // Ecology of antropogenous landscapes: trends of changes, problem of protection of the biodiversity of the Kaluga region. Materials of the scientific symposium (April 5-7, 2012). – Kaluga: Polygraph-Inform, 2012. – P. 36-43.
7. Morozova O.V. Forests of the reserve “Bryansky Les” and of the Nerusso-Desnyanskoye Polesye (syntaxonomical characteristic). – Bryansk, 1999. – 98 p.
8. Poluyanov A.V. Stepped bajrak oak-forests of the Kursk region / Poluyanov A.V. // Flora and vegetation of the Central Chernozemye. Materials of scientific conference (Kursk, april 6, 2012). – Kursk: KSU, 2012. – P. 131-138.
9. Vegetation of the European part of the USSR / Ed. Gribova S.A., Isachenko T.I., Lavrenko E.M. – L.: Nauka, 1980. – 429 p.
10. Semenishchenkov Yu.A. Phytocoenotic diversity of the Sudost-Desna interfluve. – Bryansk: BSU, 2009. – 400 p.
11. Semenishchenkov Yu.A. Discussional questions of the syntaxonomy of the xeromesophytic broad-leaved forests of the South-Western Nechernozemye of Russia // News of the Samara Sci. Center. – 2012 а. Vol. 14. N 1 (4). P. 1117-1120.
12. Semenishchenkov Yu.A. Communities of the alliance *Aceri tatarici-Quercion roboris* Zólyomi et Jakucs ex Jakucs 1960 in the basin of the river Vorskla (Belgorod region) // Herald of the TSU. Biology & Ecology. 2012 b. Issue 28, N 25. P. 54-62.
13. Semenishchenkov Yu.A. Botanico-geographical polymorphism of the coenoflors of the forest associations of the South-Western Nechernozemye of Russia // Biodiversity: problems of the study and protection: International scientific conference dedicated to the 95th anniversary of the Dpt. of Botany of the TSU (Tver, november 21-24, 2012). – Tver: TSU, 2012 v. – P. 65-67.

14. *Semenishchenkov Yu.A., Kuzmenko A.A.* Forest vegetation of the moraine and fluvioglacial plains of the northwest part of the Bryansk region. – Bryansk, 2011. – 112 p.
15. *Semenishchenkov Yu.A., Panchenko S.M.* Ecologo-floristical differentiation of the coenoflora of the xeromezophytic forests of the order *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 in the basin of the Middle Desna-river (Russia, Ukraine) // Flora and vegetation of the Central Chernozemye. Materials of scientific conference (Kursk, April 6, 2012). – Kursk: KSU, 2012. – P. 142-150.
16. *Cherepanov S.K.* Vascular plants of Russia and of the adjacent states. – S.-Pt.: Mir i semya, 1995. – 992 p.
17. *Braun-Blanquet J.* Pflanzensoziologie. 3. Aufl. – Wien; N.-Y., 1964. – 865 S.
18. *Chytrý M.* Thermophilous oak forests in the Czech Republic: Syntaxonomical revision of the *Quercetalia pubescenti-petraeae* // Folia Geobot. Phytotax. – 1997. – Vol. 32. – P. 221-258.
19. *Ignatov M. S. et al.* Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. – 2006. – Vol. 15. – P. 1-130.

УДК 612.17

Е.В. СОРОКИНА

старший преподаватель кафедры теории и методики физического воспитания Орловского государственного университета
E-mail: linariss@mail.ru

UDC 612.17

E.V. SOROKINA

senior lecturer, Department of theory and methodology of physical education, Orel State University
E-mail: linariss@mail.ru

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТИВНЫМ ОРИЕНТИРОВАНИЕМ

DYNAMICS OF CONDITION OF SPORTSMEN INDICES FUNCTIONAL DURING TRAINING IN ORIENTEERING

Изучение динамики показателей функционального состояния и взаимосвязи объема нагрузки с основными показателями, определяющими ведущие качества спортсменов, позволяет определять эффективность занятий, средства и методы, оптимальное планирование величины и интенсивности физической нагрузки, влияние занятий спортивным ориентированием на здоровье и физическую подготовленность занимающихся.

Ключевые слова: функциональное состояние, спортивное ориентирование, физическая нагрузка.

The study of the dynamics of the functional state indices and the connection with the main parameters of the quality of the leading athletes can determine the effectiveness of training, tools and methods, optimal planning of the magnitude and intensity of exercise, the impact of orienteering sessions on health and physical fitness of the students.

Keywords: functional status, orienteering, physical activity.

Функциональное состояние – это интегральный комплекс наличных характеристик тех качеств и свойств организма человека, которые прямо или косвенно определяют его деятельность.

В видах спорта и отдельных дисциплинах, связанных с проявлением выносливости (плавание, гребля, велосипедный, лыжный, конькобежный спорт, бег на средние и длинные дистанции и др.), и с объективно метрически измеряемым результатом преимущественно используются показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, обменных процессов, поскольку последние наиболее достоверно характеризуют потенциальные возможности спортсменов в достижении высоких спортивных результатов.

Регулярное ведение дневника даёт возможность определить эффективность занятий, средства и ме-

тоды, оптимальное планирование величины и интенсивности физической нагрузки и отдыха в отдельном занятии.

К объективным показателям, отражающим функциональное состояние организма, определенным в процессе самоконтроля, относятся: наблюдение за частотой сердечных сокращений (пульсом), артериальным давлением, дыханием, жизненной ёмкостью лёгких, весом, мышечной силой, спортивными результатами. Общеизвестно, что достоверным показателем тренированности является пульс. Оценку реакции пульса на физическую нагрузку можно провести методом сопоставления данных частоты сердечных сокращений в покое (до нагрузки) и после нагрузки, т.е. определить процент учащения пульса.

Но не только пульсу следует уделять внимание. Желательно, если есть возможность, измерять также

артериальное давление до и после нагрузки. В начале нагрузок максимальное давление повышается, потом стабилизируется на определённом уровне. После прекращения работы (первые 10-15 минут) снижается ниже исходного уровня, а потом приходит в начальное состояние. Минимальное же давление при лёгкой или умеренной нагрузке не изменяется, а при напряжённой тяжёлой работе немного повышается. Известно, что величины пульса и минимального артериального давления в норме численно совпадают.

Наибольшую сложность при самоконтроле представляет проведение функциональных проб.

Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы являются неотъемлемой частью комплексного врачебно-физкультурного обследования. Показатели этих проб дополняют представление об общей физической подготовленности и степени тренированности исследуемых. Врач обычно производит обследование в своем кабинете, когда исследуемый находится в состоянии покоя, а между тем, врачу приходится решать вопросы, связанные с определением ответной реакции организма на предстоящие физические напряжения (тренировка, соревнование).

Функциональные пробы помогают определить резервные возможности организма в связи с ожидаемыми физическими нагрузками. Как считал Д.Ф. Шабашов [3], задачей функциональных исследований сердечно-сосудистой системы является определение запасных сил сердца, степени и характера приспособляемости к работе организма, амплитуды его аккомодационной способности.

Оценка реакции сердечно-сосудистой системы проводится по измерению частоты сердечных сокращений (пульса), которая в покое у взрослого мужчины равна 70-75 ударов в минуту, у женщины – 75-80. У физически тренированных людей частота пульса значительно реже – 60 и менее ударов в минуту, а у тренированных спортсменов – 40-50 ударов, что говорит об экономичной работе сердца.

Важным показателем функции дыхания является жизненная ёмкость лёгких – объём воздуха, полученный при максимальном выдохе, сделанном после максимального вдоха. Его величина, измеряемая в литрах, зависит от пола, возраста, размера тела и физической подготовленности. В среднем у мужчин он составляет 3,5-5 литров, у женщин – 2,5-4 литра.

Физическая работоспособность – интегральный показатель, позволяющий судить о функциональном состоянии различных систем организма и, в первую очередь, о производительности аппарата кровообращения и дыхания. Она прямо пропорциональна количеству внешней механической работы, выполняемой с высокой интенсивностью.

Для определения уровня физической работоспособности используются тесты с максимальной и субмаксимальной нагрузкой: максимальное потребление кислорода (МПК), PWC₁₇₀, Гарвардский степ-тест и др. [3]

Физиологический фон соревновательной дея-

тельности в спортивном ориентировании, в целом, сходен с другими видами спорта, где выносливость является определяющим фактором физической подготовленности.

Контроль выносливости осуществляется путем количественной и качественной оценки способности спортсмена выполнять упражнения или какую-либо деятельность без снижения ее эффективности. Уровень развития выносливости в процессе тренировки изменяется от года к году, от этапа к этапу тренировки в силу кумулятивного (накопительного) эффекта и контролируется методами этапного контроля. Показатели выносливости изменяются и в более мелких структурных образованиях тренировочного процесса: мезоциклах и микроциклах, отдельных тренировочных занятиях, что свидетельствует о динамике работоспособности спортсмена под влиянием различных нагрузок в занятиях.

Контроль выносливости проводится с помощью разнообразных тестов, которые могут носить специфический и неспецифический характер. Неспецифические тесты включают физическую деятельность, отличную по координационной структуре движений и особенностям функционирования обеспечивающих систем от соревновательной деятельности. Неспецифические тесты наиболее часто строятся на материале бега или ходьбы на тротуаре, педалирования на велоэргометре.

Специфические тесты строятся на выполнении работы, при которой координационная структура движений, деятельность систем обеспечения этой работы максимально приближены к специфике соревновательной деятельности.

Контроль над специальной выносливостью следует осуществлять с учетом факторов, определяющих работоспособность и развитие утомления в данном виде спорта. В. М. Зациорский [4] рекомендует условно выделять и оценивать четыре разновидности специальной выносливости:

- физическую выносливость, вызванную мышечной деятельностью, которую подразделяют на локальную, региональную и глобальную по общему объёму участвующих в работе мышц — до 1/3, до 2/3 и выше;

- эмоциональную, присущую тренировочной и соревновательной деятельности в связи с различными эмоциональными переживаниями;

- сенсорную выносливость, связанную с деятельностью анализаторных систем и ЦНС в целом;

- умственную выносливость, связанную с постоянным самоконтролем, анализом поведения спортивных соперников, выбором одного из нескольких возможных решений и т. п.

Для оценки физической выносливости, наряду с показателями соревновательной деятельности и специальных тестов, широко используют показатели, отражающие деятельность функциональных систем организма спортсменов. Например, при оценке выносливости в работе, связанной с аэробным ха-

рактором энергообеспечения (прежде всего циклические виды спорта), информативными оказываются показатели максимального потребления кислорода, порога анаэробного обмена, минутного объема кровообращения и др., а также показатели, свидетельствующие об экономичности работы, устойчивости в деятельности аэробной системы энергообеспечения.

В настоящее время в процессе совершенствования выносливости используется целый ряд биологических показателей, лежащих в основе оценки деятельности систем энергообеспечения. Наиболее информативными показателями, которые определяют функциональное состояние спортсменов, специализирующихся в видах на выносливость, считаются скорость передвижения, соответствующая уровню анаэробного порога (ПАНО), и максимальное потребление кислорода (МПК), т.е. показатели аэробной эффективности и аэробной мощности [6,7].

Анаэробный порог (ПАНО) соответствует верхней границе аэробно-анаэробного перехода, который представляет собой зону экономичных режимов передвижения. При беге в соревновательных условиях неизбежно активное подключение анаэробных источников энергообеспечения, и чем выше скорость бега на уровне ПАНО, после достижения которой начинают активно разворачиваться анаэробные процессы, тем более высокий спортивный результат может быть достигнут в беге на длинные дистанции. В связи с этим нагрузка с интенсивностью на уровне ПАНО приобретает особое место в тренировочном процессе [5,6,7].

Абсолютное значение МПК повышается с момента рождения до 18-20 лет и затем не претерпевает значительных изменений. Относительные показатели МПК с возрастом не меняются, но начинают снижаться при значительном увеличении веса, обнаруживая возрастное изменение физической работоспособности. Однако, регулярные, длительные и правильные занятия физической культурой и спортом способны на многие годы сдерживать процесс падения относительного МПК, что и наблюдается у активных спортсменов.

Высокий уровень МПК создает предпосылки достижения и более высоких скоростей на уровне аэробного и анаэробного порогов. У высококвалифицированных спортсменов-ориентировщиков МПК в среднем составляет 75 мл/кг*мин (5,5 л/мин), а в отдельных случаях оно достигает 80 мл/кг*мин и более, что соответствует уровню показателей высококвалифицированных бегунов-стайеров и лыжников [1,2,5,6,7].

Чем выше скорость, развиваемая спортсменом, и потребление кислорода на уровне анаэробного порога, тем выше уровень выносливости. Поэтому тренировочные нагрузки в подготовительном периоде должны быть направлены на повышение уровня анаэробного порога по скорости передвижения и потреблению кислорода, что является базой повышения спортивной работоспособности [5].

В настоящей работе, основываясь на изложенных выше теоретических и методических основах, оцен-

ку функционального состояния мы провели, изучая динамику показателей функционального состояния спортсменок-ориентировщиц в процессе 3х летнего учебно-тренировочного цикла.

Результаты оценки состояния здоровья студенток-ориентировщиц в динамике 3-х летнего тренировочного цикла представлены в таблицах 2,3. Для оценки состояния здоровья использовался экспресс – метод Г.Л. Апанасенко [1987], который позволяет определить уровень здоровья по комплексу показателей, коррелирующих с энергопотенциалом индивидуума.

Анализ таблицы показывает, что исходный уровень здоровья студенток, записавшихся в секцию спортивного ориентирования, характеризуется преобладанием у большинства (66,7 %) уровня, оцениваемого как ниже среднего. У 33,3 % студенток регистрировался средний уровень здоровья. К концу первого года тренировочных занятий выявлено заметное сокращение числа испытуемых, которые имеют оценку уровня здоровья ниже среднего в пределах от 66,7 % до 16,7 %. При этом число спортсменок со средним уровнем здоровья увеличилось в пределах от 33,3% до 83,3 %. К концу 2-го года занятий в секции спортивного ориентирования отмечается уменьшение числа девушек с оценкой уровня здоровья ниже среднего в пределах от 16,7 % до 8,3 %, также уменьшается количество девушек, имеющих средний уровень в пределах от 88,3 % до 58,3 %, и увеличение числа девушек с высоким и выше среднего уровнем здоровья в пределах от 0 % до 33,3 %.

Таким образом, к концу 3-го года 25 % девушек имели средний уровень здоровья, 50% выше среднего и 25 % девушек имели высокий уровень здоровья.

Анализ отдельных составляющих показал, что отмеченная положительная динамика обусловлена благоприятными изменениями всех показателей, входящих в общую оценку уровня здоровья. Так, в динамике 3-х летнего цикла тренировки заметно повышается уровень физического развития студенток, о чем свидетельствует увеличение числа девушек со средним уровнем (массой) веса – ростового показателя в пределах от 33,3 % до 75 %. Заметно повышается жизненный индекс, о чем свидетельствует увеличение в пределах от 0 до 33,3 % числа девушек, имеющих высокие и выше среднего значения данного показателя, и уменьшении на 75 % (с 75 % до 0 %) числа девушек с низкими значениями жизненного индекса.

Занятия в секции спортивного ориентирования оказывает положительное влияние и на развитие силовых возможностей студенток. Наиболее заметно это проявляется к концу 3-го года тренировочного процесса, когда у 74,9 % студенток удельной кистевой динамометрии оценивались как средние и выше среднего. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Анализ показателей, характеризующих состояние сердечно-сосудистой системы, свидетельствует о том, что в секцию спортивного ориентирования приходят и остаются студентки, у большинства из которых показатели экономичности работы сердца и времени восстановления ЧСС оцениваются как высокие и выше среднего. В динамике тренировочного процесса происходит дальнейшее заметное повышение функциональных возможностей системы кровообращения, о чем свидетельствует увеличение на 41,3 % числа девушек, имеющих высокие значения экономичности сердца, и увеличение на 75,4 % числа девушек с высоким уровнем функционирования сердечно-сосудистой системы.

Дополнительно проведенная оценка динамики средних значений основных антропометрических, физиометрических показателей и уровня здоровья

представлена в таблице 3. Анализ результатов показал, что наиболее заметное, достоверное улучшение показателей – деятельности сердечно-сосудистой системы и уровня здоровья отмечается к концу 2-го года тренировок в секции спортивного ориентирования. Отмеченные благоприятные изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы и уровня здоровья к концу 3-го года проявляются в сравнении со 2-м годом как тенденция.

Достоверный прирост показателей кистевой динамометрии отмечался к концу 3-го года занятий. Повышение значений ЖЕЛ в динамике тренировочного процесса носит характер тенденции.

Таким образом, результаты оценки состояния организма студенток-ориентировщиц показывают, что в динамике 3-х летнего цикла происходит ежегодное повышение уровня здоровья, достигающее характера

Таблица 1.

Динамика показателей уровня функционального состояния спортсменов ориентировщиков в динамике 3 - х годовичного учебно-тренировочного цикла

Динамика средних значений уровня функционального состояния спортсменов								
Масса, кг	57,7±1,25	56,5±1,36	P>0,05	56,5±1,4	P>0,05	55,5±2,68	P>0,05	P>0,05
Длина, см	163,5±1,76	164,7±2,1	P>0,05	165±1,98	P>0,05	165,08±4,1	P>0,05	P>0,05
ЖЕЛ, млл	2,3±0,12	2,39±0,13	P>0,05	2,56±0,13	P>0,05	2,7±0,26	P>0,05	P>0,05
Динамометрия,	24±0,97	27,7±1,1	P>0,05	25,8±1,1	P>0,05	29,4±2,09	P>0,05	P<0,05
АД мах, мм.рт. ст	109,2 ±1,93	110,8±1,5	P>0,05	109,2±1,5	P>0,05	112,5±3,76	P>0,05	P>0,05
АД мин, Мм.рт. ст	69,17±0,83	69,4±0,83	P>0,05	69,2±0,8	P>0,05	70±2,58	P>0,05	P>0,05
ЧСС, уд/мин	67,7±2,01	65,5±1,9	P>0,05	61,6±1,4	P>0,05	60±2,37	P>0,05	P<0,05
Время, сек	72,1±4,54	61,7±5,2	P>0,05	43,3±4,4	P<0,05	39,6±7,36	P>0,05	P<0,05
Общая оценка уровня здо- ровья, балл	8,33±0,59	11,2±1,46	P>0,05	12,7±1,66	P>0,05	14,92±1,38	P>0,05	P<0,05

Таблица 2.

Процентное соотношение показателей уровней здоровья у спортсменок-ориентировщиц на протяжении трёх лет

Годичные циклы	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0
Масса тела/ длина тела					66,7	41,7	50	25	33,3	58,3	50	75					
ЖЕЛ / Масса тела	75	33,4	16,7		16,6	50	41,6	33,3	8,3	8,3	16,7	33,3		8,3	16,7	25	
Сила / Масса тела	50	16,7	50		50	66,6	41,7	25		16,7	8,3	41,6				25	
(АДхЧСС)/ 100											8,4		66,7	50	41,6	25	33,3
Время вос- становления									25	8,4			58,3	58,3	16,7	8,3	16,6
Общая оцен- ка уровня здоровья					66,7	16,7	8,3		33,3	83,3	58,3	25			16,7	50	

достоверных изменений к концу 2-го года тренировок. К концу 3-го года уровень здоровья повышается на 79,5 % (с $8,33 \pm 0,59$ до $14,92 \pm 1,38$) и достигает у 75 % оценки высокий и выше среднего.

Отмеченные благоприятные изменения обусловлены достоверным улучшением показателей деятельности сердечно-сосудистой системы в частности снижением ЧСС на 11,4 % и времени восстановления ЧСС после дозированной нагрузки на 45,1 %, за счет чего повышается экономичность работы сердца и функциональные возможности сердечно-сосудистой системы, а число студенток с высокими оценками данных показателей возрастает соответственно на 41,7 % и на 75,2 %.

Определенный вклад в положительную динамику уровня здоровья вносит достоверное увеличение показателей кистевой динамометрии, а также тенденции к увеличению ЖЕЛ.

Для оценки влияния тренировочных нагрузок на динамику показателей функциональных возможностей организма спортсменок был проведен корреляционный анализ с вычислением коэффициента корреляции между объемом нагрузки и основными показателями, определяющими ведущие качества спортсменов. Результаты данного анализа представлены в таблице 3.

Как видно из данной таблицы, достаточно слабая и недостоверная связь обнаруживается в динамике тренировочного цикла между объемом тренировочных нагрузок и ЖЕЛ, что свидетельствует о том, что в ходе занятий изменения ЖЕЛ происходят независимо от объема. Анализ изменения коэффициента корреляции между объемом учебно-тренировочных нагрузок и ЧСС показал, что в первый год тренировок связь между указанными показателями слабая и недостоверная. К концу второго года и далее обнаруживается сильная достоверная связь. Аналогичная связь выявлена в паре объем нагрузки и функциональные возможности сердечно-сосудистой системы.

Выявленная динамика коэффициента корреляции согласуется с общеизвестными закономерностями

ми о тренирующем влиянии физических нагрузок на показатели ЧСС и время восстановления ЧСС после дозированной нагрузки, т.е. чем больше общий объем нагрузок, тем меньше ЧСС и время восстановления ЧСС после нагрузок. Наибольшее влияние отмечено на 2-м и 3-м году внеурочных (секционных) занятий.

В отличие от описанных выше взаимосвязей, взаимосвязь между объемом тренировочных нагрузок и показателем развития выносливости уже к концу первого года устанавливается на уровне сильной достоверной и сохраняется на протяжении всего тренировочного цикла.

В целом результаты корреляционного анализа показали, что развитие функциональных возможностей спортсменок в первые три года тренировочного цикла в значительной степени зависит от объема нагрузок.

Отмечено существенное влияние занятий спортивным ориентированием на состояние сердечно-сосудистой системы, а также показано, что они способствуют гармонизации физического развития девушек. Установлено заметное влияние занятий спортивным ориентированием на уровень физической подготовленности, что в сочетании с высокими функциональными возможностями может служить основой для дальнейшего совершенствования спортивного мастерства. Проведенный корреляционный анализ выявил, что существуют определенные взаимосвязи между показателями физической подготовленности и функционального состояния организма, с одной стороны, и объемом тренировочных нагрузок, что необходимо при планировании нагрузок.

С учетом существенных тенденций спортивной организации занятий физической культурой в вузе полученные нами данные позволяют рекомендовать спортивное ориентирование для спортивных занятий, способствующих укреплению здоровья и двигательной подготовленности студенческой молодежи.

Таблица 3.

Изменение коэффициента корреляции объема тренировочных нагрузок и ведущих показателей ЧСС, ЖЕЛ, время бега дистанции 3 км

Показатели	Коэффициент R ху между показателями: ОБН и физиологическими, физическими 1-о года занятий	Коэффициент R ху между показателями: ОБН и физиологическими, физическими 2-о года занятий	Коэффициент R ху между показателями: ОБН и физиологическими, физическими 3-о года занятий
Общий объем нагрузки (ОБН) и ЖЕЛ	0,43	0,29	0,36
ОБН и ЧСС	-0,44	-0,74	-0,79
ОБН и скорость восстановления после 30 приседаний	-0,51	-0,84	-0,82
ОБН и время пробега кросса на 3 км	-0,87	-0,84	-0,77

Библиографический список

1. *Васильева Г.Н.* Планирование тренировки спортсменов-ориентировщиков в годичном цикле // Теория и практика физической культуры. 1969. № 5. С. 70 – 71.
2. *Гиссен Л.Д.* Зависимость спортивных достижений бегунов от психологических свойств личности / Л.Д. Гиссен, Ф.П. Суслов, Ю.И. Смирнов, Л.Н. Собчик, С.В. Богородский // Теория и практика физической культуры. 1975. №4. С. 17 – 21.
3. *Дубровский В.И.* Спортивная медицина. М.: Владос, 1998. С.38-66.
4. *Зациорский В.М.* Физические качества спортсмена Физкультура и спорт, 1966. М.: Просвещение, 1990. 287 с
5. *Лосев А.С.* Тренировка ориентировщиков-разрядников. М.: Физкультура и спорт, 1984. С. 80.
6. *Майерс Д.* Социальная психология. СПб.: Питер, 1997. С. 140- 141.
7. *Максименко Г.З.* Влияние бега с ориентированием на функциональное состояние организма// Теория и практика физической культуры. 1983. №. 12. С. 30 –31.

References

1. *Vasilyeva G.N.* Planning of athletes training - orienteers in the annual cycle // Theory and Practice of Physical culture. - 1969 . - № 5 . - P. 70 - 71.
 2. *Giessen L.D.* The dependence of the sporting achievements of runners psychological personality traits / L.D. Giessen, F.P. Suslov, Y. Smirnov , L.N. Sobchik , S.V. Bogorodskiy // Theory and Practice of on Physical culture. 1975. № 4 . Pp. 17 - 21.3 . Dubrovsky V.I. Sports Medicine . M., 1998 . P.38 -66.
 3. *Zatsiorsky V.M.* The physical quality of the athlete Physical Education and Sports , 1966 . - Moscow.: Education , 1990 . - 287.
 4. *AS Losev* Training orienteers - arresters. - Moscow: Physical Culture and Sport , 1984 . - P. 80.
 5. *Myers D.* Social Psychology . - St. Petersburg. : Peter , 1997 . - P. 140 - 141.
 6. *Maksimenko G.Z.* Influence of running with orientation on the functional condition of the body / / Theory and Practice of Physical Culture. - 1983 . - №. 12. - P. 30 -31.
-

УДК 574.4 : 574.5 : 572.11.4

UDC 574.4 : 574.5 : 572.11.4

М.В. ХАРЛАМПИЕВА

аспирант кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского
E-mail: mariya_harlampieva@mail.ru

О.И. ЕВСТИГНЕЕВ

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник заповедника «Брянский лес»
E-mail: quercus_eo@mail.ru

M.V. KHARLAMPIEVA

postgraduate student of the Department of ecology and rational nature management of Bryansk state University. academician I.G. Petrovsky
E-mail: mariya_harlampieva@mail.ru

O.I. EVSTIGNEEV

doctor of biological science, DSC reserve «Bryansky Les»
E-mail: quercus_eo@mail.ru

СОСТАВ И СТРУКТУРА ВЫСОКОТРАВНОГО ЕЛЬНИКА В УРОЧИЩЕ «БОЛОТО РЫЖУХА» (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)*

COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE TALLHERBS OF SPRUCE IN THE FOREST OF THE TRACT «SWAMP RYZHUHA» (BRYANSK REGION)

Описана структура высокотравного ельника, произрастающего на низинном болоте (Неруссо-Деснянское полестье). Выделено два варианта парцелл: темные и светлые. Внутри парцелл выделены различные микросайты. Оценено видовое и эколого-ценотическое разнообразие парцелл и сообщества в целом. В сообществе отмечено несколько редких видов сосудистых растений.

Ключевые слова: высокотравный ельник, низинное болото, парцеллы, микросайты, биологическое разнообразие, Неруссо-Деснянское полестье.

The structure of the tallherbs of spruce on swamp was described (Nerusso-Desniansko Polesie, Bryansk region). In the community the dark and light parcels were distinguished. The different microsites were allocated in parcels. In the parcels and in the community as a whole species and ecologo-coenotic diversity were estimated. In the community noted some rare species of vascular flora.

Keywords: the tallherbs of spruce, fen, spatial structure, parcels, microsites, biodiversity, Nerusso-Desniansko Polesie.

На территории Европейской России растительный покров в течение длительного времени подвергался значительному антропогенному воздействию. В настоящее время большинство растительных сообществ находится на различных стадиях восстановительных сукцессий. В доагрикультурное время в растительном покрове существовали сообщества климаксного типа. Зная особенности строения и развития этих сообществ, можно определить состояние современных фитоценозов и дать рекомендации по их восстановлению [3, 4, 13, 23, 26]. На низинных болотах, которые находятся в пределах лесной зоны, в качестве климаксных ценозов выступают высокотравные ельники [25, 27]. Сейчас из-за мелиорации, торфоразработок и рубок они практически полностью исчезли. Небольшие площади таких ельников сохранились на юго-востоке Брянской области [1, 8, 12].

Цель статьи – описать состав и структуру одного из высокотравных ельников, который уцелел на низинном болоте в юго-восточной части Брянской области.

Район, объект и методы исследования

Объект исследования – высокотравный ельник, произрастающий на низинном болоте. Глубина торфа изменяется от одного до шести метров. Ельник находится в границах памятника природы «Болото Рыжуха», который образован в 1997 году на площади 2922 га [11]. Расположен памятник на территории Навлинского района (юго-восток Брянской области) в пределах Неруссо-Деснянского полестья. Растительность этого физико-географического района относится к Полесской подпровинции Восточноевропейской широколиственной провинции [19]. Материал собирали в полевые сезоны 2011–2012 гг.

Анализ ценопопуляций деревьев проводили по разработанному ранее методикам [6, 28, 29]. По высоте все древесные растения делили на две категории: первая – до 50 см; вторая – более 50 см. Учет численности и онтогенетического состава особей первой категории проводили на площадке 200 м², второй – сплошным пересчетом на площадке 0,25 га. Онтогенетическое состояние определяли для каждой особи. Полученные данные пересчитывали на 1 га.

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-04-01448-а и 12-04-33193-мол_а_вед.

Для выявления пространственной структуры высокотравного ельника картировали его биогеоценотические парцеллы в понимании Н.В. Дылиса [7]. Биогеоценотические парцеллы – структурные части горизонтального расчленения биогеоценоза, отличающиеся между собой по составу, структуре и свойствам компонентов, а также различающиеся по специфике их связей и материально-энергетическому обмену [7]. Парцеллы в сообществе картировали при помощи GPS-навигатора. При этом с помощью GPS-навигатора определяли от 10 до 20 координат по периметру каждой парцеллы. Затем в программе MapInfo с использованием полученных координат векторизовали контур каждой парцеллы, определяли ее площадь. Таким образом закартировали парцеллы на площади 2,5 га.

Геоботанические описания сообщества проводили на пробных площадках размером 100 м². Количественное участие видов оценивали по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке [33]. Всего выполнено 22 описания, на основе которых определяли показатели видового разнообразия сообщества: видовое богатство, видовая насыщенность, число видов по эколого-ценотическим группам (ЭЦГ) [24]. Видовое богатство – число видов в сообществе. Его определяли как число видов на всех обследованных площадках. Видовая насыщенность – среднее число видов на единицу площади. Для расчета видовой насыщенности парцелл и сообщества определяли число видов на каждой площадке, после чего рассчитывали насыщенность как среднее арифметическое число видов. Соотношение ЭЦГ определяли по общему списку видов, встреченных на всех площадках, отнесенных к анализируемому варианту парцелл или сообщества в целом. При этом использовали классификацию ЭЦГ видов сосудистых растений, разработанную для Европейской России [3]. Для фитоиндикации сообщества использовали отечественные шкалы Д.Н. Цыганова [30], которые разработаны для лесов. Геоботанические описания обрабатывали при помощи программы SpeDiv [22]. Латинские названия сосудистых растений даны преимущественно по С.К. Черепанову [31], мохообразных – по М.С. Игнатову и др. [14], Н.А. Константиновой и др. [15].

Результаты исследования

Высокотравные ельники представляют собой заключительный этап формирования растительности на низинных болотах Неруссо-Деснянского полесья [9, 27]. В качестве производного варианта ельников на низинных болотах выступают черноольшаники, которые сформированы в результате выборочных и сплошных рубок. Анализ литературы, посвященной черноольшаникам Неруссо-Деснянского полесья [10, 20], показывает, что эти сообщества отличаются меньшим видовым и эколого-ценотическим разнообразием, нежели высокотравные ельники. Объяснить это можно тем, что в антропогенно преобразованных черноольшаниках сокращен набор

микросайтов. Это определяет снижение видового и эколого-ценотического разнообразия. Так, в высокотравном ельнике на 100 м² в среднем насчитывается 51 вид сосудистых растений, а в черноольшанике только 22 вида. При этом в ельнике встречается в два раза больше сосудистых растений, чем в ольшанике. Синузия трав в высокотравном ельнике сложена девятью эколого-ценотическими группами, в то время как в черноольшанике она представлена семью группами. По сравнению с ольшаником в ельнике выше доля бореальных лесных и влажно-луговых видов, а доля черноольховых лесных и неморальных лесных видов, наоборот, ниже.

Сообщество исследуемого высокотравного ельника близко к климаксовому. Об этом свидетельствуют полночленные онтогенетические спектры видов деревьев-эдификаторов яруса древостоя: *Picea abies* (L.) Karst. и *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Для этих видов характерен непрерывный поток поколений: онтогенетические спектры их популяций левосторонние, в которых преобладают особи прегенеративного периода. В изучаемом сообществе еловый самосев приурочен к различным микроповышениям: разлагающемуся валежу, гниющим пням, пристоловым повышениям, осокowym кочкам, а также к поверхностным корням растущих деревьев, покрытым подстилкой. Такое пространственное распределение подростов ели отмечали и другие авторы [5, 17, 21, 32 и др.]. Они пишут, что разлагающиеся валежины защищают молодые особи от избыточного переувлажнения, слабой аэрации и выжимания морозами. У популяции *Betula pubescens* Ehrh. онтогенетический спектр неполночленный, в нем отсутствуют имматурные и виргинильные растения. Преобладают старые генеративные растения, в то же время отмечена большая доля ювенильных особей, которые также приурочены к валежу и другим повышениям микрорельефа. Известно, что береза пушистая относится к группе светлюбивых видов [18]. В сомкнутых парцеллах недостаточно света для перехода ювенильных растений березы в следующие онтогенетические состояния. Популяции других видов деревьев (*Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds. и др.) характеризуются относительно небольшой численностью и инвазионной онтогенетической структурой. Это связано с тем, что они недавно начали внедряться в сообщество.

Полночленная популяционная структура *Picea abies* и *Alnus glutinosa* поддерживается благодаря пространственной гетерогенности высокотравного ельника. В его горизонтальной структуре выделяется два варианта парцелл: 1) темные парцеллы, или сомкнутые группировки деревьев; 2) светлые парцеллы, или окна среди высокотравного ельника (рис. 1).

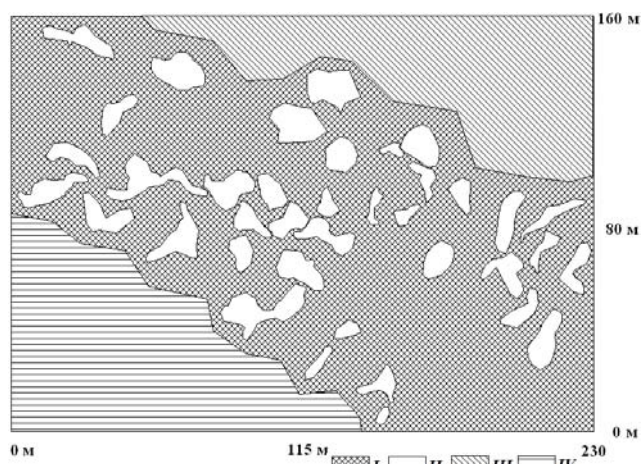


Рис. 1. Горизонтальная структура ельника высокотравного на низинном болоте. Парцеллы: I – высокотравный ельник на низинном болоте с сомкнутым древесным ярусом (темные парцеллы), II – окна в древесном ярусе высокотравного ельника, не заросшие древесной растительностью, либо сформировавшиеся на месте вывалов деревьев (светлые парцеллы), III – ольшаник крапивный, IV – березняк неморального состава. По горизонтали и вертикали – протяженность закартированного сообщества в метрах.

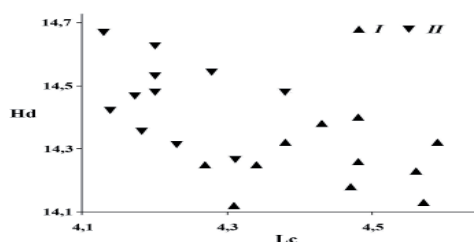


Рис. 2. Распределение геоботанических описаний парцелл высокотравного ельника в экологическом пространстве увлажнения и затенения. Парцеллы высокотравного ельника на низинном болоте: I – сомкнутые, или темные парцеллы, II – окна среди высокотравного ельника, или светлые парцеллы. По оси абсцисс – затенение в баллах шкалы Lc, по оси ординат – увлажнение в баллах шкалы Nd.

Темные парцеллы. Темные парцеллы представляют собой относительно сомкнутые группировки деревьев (рис. 1, I). Они занимают 74% сообщества. В темных парцеллах ольха черная формирует «кочки», или пристволовые повышения. Иногда их называют коблами. Ель обыкновенная и береза пушистая стоят на мощных поверхностных корнях – «лапах», которые приподнимают основания стволов над поверхностью переувлажненного торфяного субстрата. Их боковые и придаточные корни стелются и формируют довольно прочный «каркас» на поверхности торфяных почв. Мертвые остатки растений накапливаются на «каркасе», образуя опад. В темных парцеллах «каркас» из густопереплетенных корней практически полностью перекрывает переувлажненные торфяные почвы. На долю переувлажненного торфянистого субстрата остается не более десяти процентов. Внутри сомкнутых парцелл выражены различные микросайты. Помимо пристволовых повышений и переувлажненных торфяных почв здесь встречаются микросайты в виде осоковых кочек, которые формирует *Carex cespitosa* L., а также ветровально-почвенные комплексы (ВПК): валеж,

находящийся на различных стадиях разложения, вывальные ямы и бугры.

Обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [30] выявила, что темные парцеллы характеризуются сыровато-лесолуговым типом увлажнения, тяготеющим к влажно-лесолуговому типу (рис. 2, I). По шкале освещенности-затенения сомкнутые группировки относятся к разреженнолесной экологической свите.

В темных парцеллах можно выделить четыре яруса. Сомкнутость яруса древостоя составляет 0,5–0,8. Древесный ярус сформирован *Picea abies*, *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa* с примесью *Fraxinus excelsior*. В этих парцеллах хорошо развит ярус подроста и подлеска, его сомкнутость 0,4–0,7. Он включает подрост деревьев верхнего полога, а также подрост *Quercus robur* L. и *Acer platanoides* L. В этом ярусе обычны низкорослые деревья (*Sorbus aucuparia* L.) и кустарники (*Salix cinerea* L., *Frangula alnus* Mill., *Corylus avellana* L.). Средняя высота травяно-кустарничкового яруса составляет 0,5 м, проективное покрытие 50–80%. Высокотравные виды представлены особями пониженной жизненности: *Angelica sylvestris* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Eupatorium cannabinum* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Ligularia sibirica* (L.) Cass., *Lysimachia vulgaris* L., *Lythrum salicaria* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и др. С достаточно высоким постоянством встречаются виды бореального мелкотравья: *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L., *Trientalis europaea* L. Покрытие яруса мхов от 65 до 80%. Наибольшего обилия и постоянства достигают *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr, *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Mnium stellare* Hedw., *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T.J. Кор. и др.

Видовое разнообразие в темных парцеллах высокотравного ельника характеризуется относительно большими значениями. В них на 100 м² в среднем насчитывается 45 видов сосудистых растений. На одиннадцати площадках отмечено 90 видов сосудистых растений (таблица). В темных парцеллах произрастают растения, которые относятся к девяти эколого-ценотическим группам (таблица). Преобладают представители пяти эколого-ценотических групп: бореальной, неморальной, черноольховой, травяно-болотной и влажно-луговой. Среди бореальных лесных видов чаще встречаются *Maianthemum bifolium*, *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Orthilia secunda*, *Pyrola rotundifolia*, *Rubus saxatilis* L., *Trientalis europaea* и др., среди неморальных лесных – *Convallaria majalis* L., *Festuca gigantea* (L.) Vill., *Paris quadrifolia* L., *Quercus robur* L., *Viburnum opulus* L. и др., среди неморальных опушечных – *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Melampyrum nemorosum* L. и *Thalictrum aquilegifolium* L., среди черноольховых – *Angelica sylvestris*, *Cirsium oleraceum*, *Crepis paludosa* (L.) Moench, *Eupatorium cannabinum*, *Lycopus europaeus*

L., *Solanum dulcamara* L., *Thelypteris palustris* Schott и др., среди травяно-болотных – *Caltha palustris* L., *Carex cespitosa* L., *Equisetum fluviatile* L., *Galium palustre* L., *Ligularia sibirica*, *Lysimachia vulgaris* L., *Phragmites australis*, *Scutellaria galericulata* L. и др., среди влажно-луговых – *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Ranunculus repens* L. и др. Редко встречаются представители сухолуговой группы (*Campanula persicifolia* L.). В темных парцеллах произрастают редкие виды сосудистых растений, часть из которых занесена в Красные книги РФ и Брянской области: *Carex loliacea* L., *Cypripedium calceolus* L., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Ligularia sibirica* и *Listera ovata* (L.) R. Br., *Platanthera bifolia* (L.) Rich. [16].

Светлые парцеллы. Светлые парцеллы высоко-травного ельника, или окна, представляют части лесного сообщества, в которых отсутствует сомкнутый древесный ярус (рис. 1, II). В сообществе высоко-травного ельника окна могут формироваться на месте вывалов одного или нескольких деревьев, но большая часть из них представляет собой участки травяного болота, не заросшие древесной растительностью. Площадь окон изменяется от 30 до 300 м², а средний размер одного окна составляет 140 м². В высоко-травном ельнике на 1 га насчитывается 13 окон различного размера. На долю всех окон приходится 26% от площади сообщества. Внутрипарцелярную гетерогенность в светлых парцеллах формируют следующие микросайты: разлагающийся валеж и другие элементы ВПК, осоковые кочки, реже встречаются пристволовые повышения деревьев. Здесь по сравнению с темными парцеллами значительна доля микросайта в виде переувлажненных торфяных почв. Это связано с тем, что в окнах еще не сформирован настил в виде «каркаса» из густопереплетен-

ных корней.

Обработка геоботанических описаний светлых парцелл по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [30] показала, что окна отличаются большей влажностью и большей освещенностью (рис. 2, II). Так, они характеризуются сыровато-лесолуговым типом увлажнения, тяготеющим к сыро-лесолуговому типу. Согласно шкале освещенности-затенения эти парцеллы относятся к разреженнолесной экологической свите, причем они находятся ближе к кустарниковой свите, нежели к светло-лесной.

В светлых парцеллах низкая (0,0-0,4) сомкнутость яруса кустарников и подроста деревьев. Среди подроста деревьев с наибольшим постоянством встречаются *Picea abies* и *Alnus glutinosa*, редко – *Betula pubescens*. Иногда встречается подрост *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata* Mill., *Ulmus glabra*. Однако на низинных болотах подрост *Quercus robur*, *Acer platanoides* и *Tilia cordata* обычно развивается только до виргинильного или молодого генеративного состояния, а затем из-за переувлажненности субстрата погибает. Из кустарников чаще всего встречаются *Salix cinerea*, *Frangula alnus*, *Corylus avellana*. По мере развития подроста (*Picea abies*, *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior* и *Ulmus glabra*) и дальнейшего его выхода в верхний ярус, на месте светлых парцелл постепенно сформируются сомкнутые группировки деревьев. По сравнению с темными парцеллами в окнах увеличена высота травяного яруса, которая в среднем составляет 1,2 м. Проективное покрытие травяного яруса также больше и варьирует от 70 до 100%. Высоко-травье представлено теми же видами, что и в темных парцеллах, но помимо них в окнах встречено несколько новых высоко-травных растений (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Carex riparia* Curt., *Cirsium palustre* (L.) Scop., *Coccyganthe flos-cuculi* (L.) Fourr., *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray и др.).

Характеристика разнообразия видов сосудистых растений в высоко-травном ельнике на низинном болоте

Показатели	Сообщество в целом	Темные парцеллы	Светлые парцеллы
Число площадок	22	11	11
Видовая насыщенность			
Диапазон числа видов на 100 м ²	40-65	40-49	48-65
Среднее число видов на площадке	50,7	44,7	56,7
Видовое богатство			
Число видов на всех площадках	117	90	102
Число видов (и доля в %) разных эколого-ценотических групп на всех площадках			
Бореальная лесная	16 (13,7)	15 (16,7)	14 (13,7)
Боровая (бореальная опушечная)	2 (1,7)	2 (2,2)	2 (2,0)
Неморальная лесная	29 (24,8)	20 (22,2)	24 (23,5)
Неморальная опушечная	3 (2,5)	3 (3,3)	–
Черноольховая лесная	18 (15,4)	13 (14,5)	17 (16,6)
Черноольховая опушечная	7 (6,0)	6 (6,7)	5 (5,0)
Травяно-болотная	22 (18,8)	18 (20,0)	21 (20,6)
Сухолуговая	2 (1,7)	1 (1,1)	1 (1,0)
Влажно-луговая	18 (15,4)	12 (13,3)	18 (17,6)

В отличие от сомкнутых группировок деревьев, окна отличаются наибольшими показателями видового разнообразия. В них на 100 м² в среднем насчитывается 57 видов сосудистых растений. На одиннадцати площадках отмечено 102 вида сосудистых растений (таблица). В эколого-ценотическом спектре преобладают те же группы, что и в темных парцеллах, но их процентное соотношение несколько иное. По сравнению с сомкнутыми парцеллами в окнах больше доля черноольховых, травяно-болотных и влажно-луговых видов, а доля бореальных и неморальных видов растений ниже. Это связано с тем, что здесь не сформирован «каркас» из густопереплетенных корней, который отличается меньшей влажностью и наиболее благоприятен для поселения бореальных и неморальных видов. При этом представители неморальной опушечной группы здесь не встречаются вовсе. Среди черноольховых видов появляются *Athyrium filix-femina*, *Carex elongata* L., *Melandrium dioicum* (L.) Coss. & Germ., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Poa remota* Forsell., *Galium aparine* L., среди травяно-болотных – *Carex riparia*, *Cirsium palustre*, *Dryopteris cristata*, *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Reichenb., среди влажно-луговых – *Agrostis canina* L., *Carex flava* L., *Coccyanthe flos-cuculi*, *Lysimachia nummularia* L., *Poa trivialis* L., *Selinum carvifolia* (L.) L. В светлых парцеллах отмечены редкие виды сосудистых растений, часть из них занесена в Красные книги РФ и Брянской области: *Carex loliacea*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Epipactis helleborine*, *Ligularia sibirica*, *Listera ovata*, *Malaxis monophyllos* (L.) Sw. и *Melandrium dioicum* [2, 16].

Заключение

Исследуемый высокотравный ельник, который сформирован на низинном болоте, можно считать близким к климаксному. Об этом свидетельствуют несколько моментов. Во-первых, полночленность видового состава древесной синузии. В ельнике представлены все виды деревьев, ареал которых проходит через Неруссо-Деснянское полесье и экологические потребности которых соответствуют экотопу низинных болот: *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies* и *Ulmus glabra*. Во-вторых, устойчивый оборот поколений в популяциях основных деревьев-эдикаторов на низинных болотах (*Alnus glutinosa*, *Picea abies*). В-третьих, высокая гетерогенность фитоценотической среды. Здесь четко выражена парцеллярная структура сообщества, в ней чередуются светлые окна и темные сомкнутые парцеллы. Внутри каждого типа парцелл сформирована микромозаичность в виде ветровально-почвенных комплексов, ольховых «кочек» и пристволовых повышений других деревьев, осоковых кочек, а также «каркаса» из густопереплетенных корней. В-четвертых, благодаря высокой гетерогенности среды поддерживается наибольшее видовое и эколого-ценотическое разнообразие высокотравного ельника среди лесных сообществ на низинных болотах Неруссо-Деснянского полесья. Здесь сохранились популяции редких видов растений Европейской России, многие из которых занесены в Красную книгу Брянской области и РФ. Проведенное исследование показывает, что флористический состав высокотравного ельника, видимо, близок к потенциальному. Это сообщество можно считать эталонным для лесов на низинных болотах центральной части Европейской России.

Библиографический список

1. Анищенко Л.Н. Харлампиева М.В. Сообщество высокотравного заболоченного ельника на территории памятника природы «Болото Рыжуха» // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области. Брянск: Группа компаний «Десяточка», 2011. Вып. 6. С. 11-15.
2. Булохов А.Д., Величкин Э.М. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России (Брянская, Калужская, Смоленская, Орловская области). Брянск: Изд-во БГПУ, 1997. 320 с.
3. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Кн. 1. 479 с.
4. Восточноевропейские широколиственные леса. М.: Наука, 1994. 364 с.
5. Декатов Н.Е. Влияние микрорельефа на возобновление ели // Опыт-исследовательские работы по общему лесоводству. М.-Л.: Сельхозгиз, 1931. С. 251-295.
6. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники. М.: Изд-во «Прометей», 1989. 102 с.
7. Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 152 с.
8. Евстигнеев О.И. Бузульник сибирский в Брянской области // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области. Трубчевск: Изд-во «Кириллица», 2005. Вып. 1. С. 48-49.
9. Евстигнеев О.И. Долговременный прогноз изменения растительного покрова в заповеднике «Брянский лес» // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Кн. 2. С. 278-286.
10. Евстигнеев О.И. Механизмы поддержания биологического разнообразия лесных биогеоценозов. Дис. док. биол. наук. Нижний Новгород: НГУ им. Н.И. Лобачевского, 2010. 513 с.
11. Евстигнеев О.И., Федотов Ю.П. К флоре памятника природы «Болото Рыжуха» // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области. Брянск: Группа компаний «Десяточка», 2012. Вып. 7. С. 143-149.
12. Евстигнеев О.И., Харлампиева М.В., Анищенко Л.Н. Валёж и поддержание флористического разнообразия в

ельниках на низинном болоте // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области. Брянск: Группа компаний «Десяточка», 2012. Вып. 7. С. 150-160.

13. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Браславская Т.Ю. и др. Высокотравные таежные леса восточной части Европейской России // Растительность России. 2009. № 15. С. 3-26.

14. Игнатов М.С., Афонина О.М., Игнатова Е.А. Список мхов Восточной Европы и Северной Азии (The check-list of mosses of East Europe and North Asia) // *Arctoa*. 2006. Т. 15. С. 1-130.

15. Константинова Н.А., Потемкин А.Д., Шляков Р.Н. Список печеночников и антоцеротовых территории бывшего СССР (The check-list of Hepaticae and Anthocerotae of the territory of the former USSR) // *Arctoa*. 1992. Т. 1 (1-2): 87-127.

16. Красная книга Брянской области. Брянск: Изд-во «Читай город», 2004. 272 с.

17. Обновленский В.М. О влиянии микрорельефа на возобновление ели // Советская ботаника. 1935. Т. 3. С. 90-95.

18. Погребняк П.С. Общее лесоводство. М.: Колос, 1968. 440 с.

19. Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 431 с.

20. Сарычева Е.П. Структурное и видовое разнообразие черноольховых лесов центра европейской России: на примере заповедников «Брянский лес» и «Воронинский». Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 16 с.

21. Скворцова Е.Б., Уланова Н.Г., Басевич В.Ф. Экологическая роль ветровалов. М.: Лесн. пром-ть, 1983. 192 с.

22. Смирнов В.Э. SpeDiv – программа для анализа разнообразия растительности // Принципы и способы сохранения разнообразия. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2006. С. 142-143.

23. Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г. и др. Биоразнообразие и сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России // Усп. совр. биол. 2006. Т. 126. № 1. С. 27-49.

24. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г. и др. Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова // Сохранение и восстановление биоразнообразия. Учебно-методическое издание. М.: Изд-во Науч. и уч.-метод. центра, 2002. С. 77-107.

25. Смирнова О.В., Коротков В.Н. Старовозрастные леса Пяозерского лесхоза северо-западной Карелии // Бот. журн. 2001. Т. 86. № 1. С. 98-109.

26. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. СПб.: РБО, 1999. 549 с.

27. Харлампиева М.В., Евстигнеев О.И. Высокотравные ельники на низинных болотах Неруссо-Деснянского Полесья // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. Том 2. С. 82-85.

28. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 215 с.

29. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 184 с.

30. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.

31. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

32. Юргенсон Е.И. Ельники Прикамья и проблема их возобновления. Пермь: Пермское книжн. изд-во, 1958. 75 с.

33. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl.-Wien- New York, 1964. 865 s.

References

1. Anishchenko L.N., Kharlampiev M.V. Community высокотравного wetland of spruce wood on the territory of the nature monument «Swamp Рыжуха» investigation and conservation of biological diversity of Bryansk region. Bryansk: Group of companies «Desyatochka», 2011. Vol. 6. С. 11-15.

2. Bulochov A.D., Velichkin Э.М. keys to plants of the South-West of non-Chernozem region of Russia (Bryansk, Kaluga, Smolensk, Orel region). Bryansk: Moscow state pedagogical University, 1997. 320 С.

3. Eastern European forests: history in Holocene and present state. M: Nauka, 2004. KN. 1. 479 С.

4. Eastern European broadleaf forests. M: Nauka, 1994. 364 С.

5. Decatov N.E. Impact of microrelief on the renewal of spruce // Experimental-research work on General forestry. М-НП: Selchozgiz, 1931. С. 251-295.

6. Diagnoses and registry age of States of forest plants. Trees and bushes. M: Publishing house «Prometey», 1989. 102 С.

7. Dylis N.V. Basis биогеоценологии. М: Publishing house of Moscow. University, 1978. 152 С.

8. Evstigneev O.I. buzulnik Siberian in the Bryansk region // the Study and protection of biological diversity of Bryansk region. Трубчевск: Publishing house «Cyrillic», 2005. Vol. 1. С. 48-49.

9. Evstigneev O.I. Long-term prediction of changes in the plant cover in the Bryansk forest // East European forests: history in Holocene and present state. M: Nauka, 2004. KN. 2. С. 278-286.

10. Evstigneev O.I. Mechanisms to maintain the biological diversity of forest ecosystems. Dis. Doc. Biol. Sciences. Nizhny Novgorod: NMU them. N.I. Lobachevsky, 2010. 513 С.

11. Evstigneev O.I., Fedotov Y.P. TO the flora of this nature monument «Swamp Рыжуха» investigation and conserva-

tion of biological diversity of Bryansk region. Bryansk: Group of companies «Desyatochka», 2012. Vol. 7. C. 143-149.

12. *Evtigneev O.I., Kharlampiev M.V., Anishchenko L.N.* Lying and maintenance of floristic diversity in the spruce forest on the flat marsh investigation and conservation of biological diversity of Bryansk region. Bryansk: Group of companies «Desyatochka», 2012. Vol. 7. C. 150-160.

13. *Zaugolnova L.B., Smirnova O.V., Braslavskaya T.U.* and other Grass taiga forests of the Eastern part of European Russia // *Vegetation of Russia*. 2009. № 15. C. 3-26.

14. *Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A.* List of mosses Eastern Europe and Northern Asia (The check-list of mosses of East Europe and North Asia) // *Arctoa*. 2006. So 15. C. 1-130.

15. *Konstantinov N.A., Potemkin A.D., Shlyakov R.N.* List of liverworts and антоцеротовых territory of the former USSR (The check-list of Hepaticae and Anthocerotae of the territory of the former USSA) // *Arctoa*. 1992. So 1 (1-2): 87-127.

16. Red data book of the Bryansk region. Bryansk: Publishing house «Read town», 2004. 272 C.

17. *Obnovlensky V.M.* ON the impact of micro-relief on the renewal of spruce // *Soviet botany*. 1935. So 3. C. 90-95.

18. *Pogrebnyak P.S.* Total forestry. M: Kolos, 1968. 440 S.

19. *Vegetation of the European part of the USSR*. HP: Nauka, 1980. 431 C.

20. *Sarychev H.E.* Structural and species diversity black alder forests of the center of European Russia: the case of the Bryansky Les» and «Voroninsky». Avtoref. dis. ... Cand. Biol. Sciences. M., 2000. 16 C.

21. *Skvortsova E.B., Ulanova N.G., Facey V.F.* Ecological role of windfalls. M: Forest. prom-TB, 1983. 192 C.

22. *Smirnov B.A.* SpeDiv - program for the analysis of the diversity of vegetation // *Principles and ways of preservation of diversity*. Yoshkar-Ola: Mar. gos. UN-t, 2006. C. 142-143.

23. *Smirnova O.V., Bobrovsky M.V., Hanina L.G.* and other Biodiversity and сукцессионный status of old growth conifer forests of European Russia // *USP. sovr. Biol.* 2006. So 126. № 1. C. 27-49.

24. *Smirnova O.V., Zaugolnova L.B., Hanina L.G. and other* Population-based and phytocenotic methods of analysis of vegetation cover biodiversity // *Saving and restoring of biodiversity*. Educational-methodical publication. M: Publishing house of the Scientific. and educational method. center, 2002. C. 77-107.

25. *Smirnova O.V., Korotkov V.N.* Old growth forests Pyaozersky forestry Northwest Karelia // *Bot. Journe.* 2001. The so-86. № 1. C. 98-109.

26. Succession processes in reserves of Russia and problems of conservation of biological diversity. SPb.: CBR, 1999. 549 C.

27. *Kharlampiev M.V., Evtigneev, I.* Chernov spruce Forests in lowland bogs Гепыццо-Деснянский Polesie // *Modern problems of population ecology, geobotany, systematics and Floristics*. Kostroma: KSU them. N.A. Nekrasov, 2011. Volume 2. C. 82-85.

28. *Cenopopulations of plants (basic concepts and structure)*. M: Nauka, 1976. 215 S.

29. *Cenopopulations of plants (essays population biology)*. M: Nauka, 1988. 184 C.

30. *Tsyganov D.N.* Phytoindication of environmental regimes in the subzone of coniferous-broad-leaved forests. M: Nauka, 1983. 198 S.

31. *Cherepanov S. Kaliev* Vascular plants of Russia and neighboring countries. SPb.: World and family, 1995. 992 C.

32. *Yurgenson E.I.* Spruce forests of the Kama and the problem of their resume. Perm: Perm bookish. publishing house, 1958. 75 C.

33. *Braun-Blanquet J.* Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. 3Aufl.-Wien - New York, 1964. 865 s.

УДК 630.35:631.445.41

И.А. ВЕРХОВЕЦ

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета
E-mail: iverkhovets@mail.ru

В.Р. КОЧКАРЁВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета

А.А. ПРИЗЕМИН

аспирант кафедры почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета
E-mail: a.prizemin@mail.ru

UDC 630.35:631.445.41

I.A. VERKHOVETS

candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Soil Science and Applied Biology, Orel State University
E-mail: iverkhovets@mail.ru

V.R. KOCHKARYOV

doctor of Agricultural Sciences, Professor department of Soil Science and Applied Biology, Orel State University

A.A. PRIZEMIN

postgraduate student, Department of Science and Applied Biology, Orel State University
E-mail: a.prizemin@mail.ru

ДИНАМИКА СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЗОНЕ ЛЕСОСТЕПИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

DYNAMICS PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEMS IN FOREST-STEPPE ZONE OREL REGION

В статье рассматриваются многолетняя динамика содержания органического вещества, морфологические особенности строения профилей черноземов выщелоченных, исследована кислотность под различными древесными насаждениями и профильное содержание подвижного фосфора и калия.

Ключевые слова: Шатиловский лес, лесостепь, чернозем выщелоченный, гумус, еловые, дубовые и лиственные насаждения.

The article considers the long-term dynamics of the content of organic matter, morphological peculiarities of the structure of the leached chernozems, investigated the acidity under the various tree plantings, and a profile of the content of mobile phosphorus and potassium.

Keywords: Shatilovkiy forest, forest-steppe, leached chernozems, humus, spruce, oak and larch plantings.

Введение

Орловская область расположена на Среднерусской возвышенности Европейской части России, в зоне лесостепи. Рельеф области представляет собой сильно волнистую равнину, изрезанную глубокими долинами рек, оврагами и балками. Балки распространены в Орловской области настолько широко, что рельеф области определяется как долинно-балочный. Наиболее густая балочная сеть расположена в западной части области, тогда как самые глубокие балки находятся на востоке области, в Новосильском и Новодеревеньковском районах. В таких условиях очень важен вопрос о правильном использовании очагов экологической дестабилизации ландшафта: склонов балок, оврагов, лощин различной крутизны – от 2° до 30°. Эталонным опытом, отражающим особенности ландшафтной организации территории в эрозионно-опасных условиях, являются 18 урочищ, занимающих общую площадь 1082 га, получивших название Шатиловского леса.

Шатиловский лес – уникальный памятник природы и первый образец лесоразведения в условиях лесостепи, позволяющий не только выявить возможность выращивания леса на неудобьях, но и проследить направленность почвообразовательного процесса под влиянием различных древесных пород.

Урочище Колок, старейшее лесное урочище, заложенное в 1821 году. Его площадь составляет 100 га, в составе насаждений участвуют дубовые, еловые и лиственные насаждения сорокаметровой высоты и другие породы, высаженные в первой половине XIX в.

Объекты и методы

Изучение почвенного покрова на территории Шатиловского леса начато очень давно. Начало этому было положено еще В.В. Докучаевым, который в своем классическом труде «Русский чернозем» привел описание ряда почвенных разрезов. По его данным, количество гумуса в образце моховского чернозема 8,115%. [3]

В 1872 году проф. Ильенковым в моховском черноземе найдено 8,44% гумуса. В образце чернозема почвенного разреза за 1900 год гумуса (по Кноп) было от 10,05% в слое 0–10 см до 4,54%, в слое 40–60 см. [9]

Основные исследования многолетней динамики свойств почв под влиянием древесных насаждений проводились в период 2010–2012 гг. в Моховском лесничестве Орловской области на территории урочища «Колок». Почвенный покров представлен черноземами выщелоченными среднемоющими тя-

желосуглинистыми на лессовидной карбонатной глине. Разрезы закладывали на расстояние 1,5 метра от ствола дерева под пологом ели обыкновенной (*Picea abies*), дуба черешчатого (*Quercus robur*) и лиственницы Сукачева (*Larix Sukaczewii*). Вид лиственницы, произрастающий в Шатиловском лесу, во всей научной литературе, опубликованной по Шатиловскому лесу до 60-х годов, описывается как лиственница сибирская. Однако после разделения этого вида на лиственницу Сукачева и сибирскую ученые считают, что в Шатиловском лесу растет лиственница Сукачева. Подтверждением правильности обоснования этого факта являются имеющиеся сведения о том, что для создания насаждений лиственницы в Моховом использовали семена с Урала, входящего в ареал лиственницы Сукачева.[6]

Почвенные образцы отбирались 10-кратной повторности из каждого слоя почвы общепринятыми методами.[2,4] Нами была поставлена задача определить, в какой степени те или иные лесные насаждения ухудшают или улучшают почвенный покров.

Влияние древесных насаждений на почву проявляется в образовании нового генетического горизонта $0(A_0)$ – лесной подстилки. По данным Ткаченко [11]: ее мощность под 32- летними дубовыми насаждениями от 1-3 см, под ельником – от 0,5 до 2 см, под 42-летней лиственницей – до 5 см. По нашим данным, мощность подстилки под еловыми насаждениями 2-3,5 см, поддержанию мощности подстилки способствует опад обильного подлеска (ярус кустарников): бузины черной, лещины обыкновенной, жимолости, ирги, и надпочвенного покрова из крапивы и др. Их опад, богатый зольными элементами, ускоряет и улучшает разложение подстилки хвойных пород. Под дубовыми насаждениями мощность подстилки зависит от вегетационного периода.

В морфологическом строении профилей черноземов выщелоченных под еловыми, дубовыми и лиственничными насаждениями можно отметить начавшиеся изменения. Влияние еловых насаждений на морфологию почв заключается в следующем: в гумусовом горизонте изменился вид почвенной структуры. Она стала более тонкая. Вместо выраженной зернистой структуры присутствует порошисто-

мелкокомковатая структура. Под дубовыми и лиственничными насаждениями крупнозернистая структура. Гумусовый горизонт стал более рыхлый, вспушенный. Также заметно изменение в поведении карбонатов. Под влиянием более агрессивного раствора под еловыми насаждениями из профиля почвы вымыты карбонаты кальция. Оставшиеся карбонатные новообразования представлены карбонатами магния. Под еловыми и лиственничными насаждениями почвенный покров более влажный, тяжелосуглинистый, чем под дубовыми насаждениями.

Из морфологических особенностей следует отметить наличие в профиле почвы белесой присыпки, она появляется в нижней части горизонта (примерно 45-55 см), которая обусловлена наличием отмытых от пленок зерен кварца и других светлоокрашенных минералов. В выщелоченных черноземах этот процесс может происходить вследствие периодического преобладания нисходящих токов вод при хорошей дренированности почвы. Под еловыми и дубовыми насаждениями – наиболее обильная белесая присыпка. Под лиственницей был слабый налет белесой присыпки и с глубиной 80-85 см он исчезал, это обусловлено хорошо развитой корневой системой, которая значительно иссушает почву.[9]

Изменение свойств почв под влиянием лесных насаждений в Моховом впервые изучено Ткаченко в 1904-1905 гг. Мощность гумусового горизонта у него в среднем $61 \text{ см} \pm 5,1$ при $V = 11,9\%$. [11] По данным Розановой, в среднем $51 \text{ см} \pm 12,0$ при $V = 17,1\%$. [8] По нашим данным, мощность гумусового горизонта почвы под различными древесными породами в среднем составляет $67,1 \pm 6,2$ при $V = 8,6\%$.

Определение гумуса проводилось по методу Тюрина с фотометрическим окончанием ГОСТ 26213-91 [2,4,7,10].

Профиль органического вещества изменился под влиянием разных древесных пород. Под дубовыми и лиственничными насаждениями он имеет максимум в верхних слоях профиля 20 см и постепенно к низу происходит его снижение. Под еловыми насаждениями следует отметить резкое падение органического вещества с глубиной (табл.1).

Таблица 1.

Динамика содержание гумуса в черноземах выщелоченных под древесными насаждениями

Древесные породы	Источник данных					
	Ткаченко, 1908 г.[11]		Розанова, 1960 г.[8]		Приземин, и др. 2012 г.	
	глубина, см	гумус, %	глубина, см	гумус, %	глубина, см	$\vec{x}_{\text{гумус, \%}} \pm 0,05 S \vec{x}$
Еловые насаждения	0-20	9,9	0-20	10,9	0-20	$8,45 \pm 0,5$
	20-40	7,3	20-40	7,2	20-40	$3,12 \pm 0,9$
	40-60	5,0	40-60	3,9	40-60	$2,30 \pm 0,7$
Дубовые насаждения	0-20	9,5	0-20	11,0	0-20	$9,89 \pm 0,4$
	20-40	6,9	20-40	6,7	20-40	$6,81 \pm 0,5$
	40-60	4,3	40-60	2,9	40-60	$4,05 \pm 0,5$
Лиственничные насаждения	0-20	9,9	0-20	10,8	0-20	$9,86 \pm 0,3$
	20-40	7,2	20-40	7,2	20-40	$6,78 \pm 0,8$
	40-60	4,6	40-60	3,9	40-60	$4,01 \pm 0,6$

По нашим данным, под дубовыми насаждениями происходит рост содержания гумусовых веществ. На глубине 0–20 см содержится гумуса 9,89%. Под лиственницей на той же глубине 9,86%, а на глубине 40–60 см содержание гумуса 4,01%. Под еловыми насаждениями происходит уменьшение содержания гумусовых веществ. На глубине 0–20 см содержится гумуса 8,45 %. На глубине 20–40 см под дубом содержится гумуса 6,81 %, а под елью – 3,12%. По сравнению с 1908 г. содержание гумуса упало на 2,4%–3,6% [1, 11].

Измерение кислотности черноземов выщелоченных проводилось согласно ГОСТ 26483-85 [2,10]

На данном этапе почвообразования отмечают различия по показателям кислотности под древесными насаждениями.

Величина pH несколько снижается в верхних 10 см в почве под дубом. С глубиной этот показатель плавно увеличивается от 6,43 до 8,55 под дубовыми насаждениями и 6,44 до 8,22 под лиственничными насаждениями (табл.2)

В профиле почвы под еловыми насаждениями

выделяются слои 0-10 см и 20-40 см. Здесь происходит резкое падение величины pH до 5,43 и 6,16 соответственно. Что почти на 1 меньше по сравнению с профилем почвы под дубовыми насаждениями и лиственничными насаждениями.

Столь сильное падение величины pH можно объяснить влиянием подстилки и корневых выделений на этих глубинах.

Определение профильного содержания подвижного фосфора и калия проводились по методу Кирсанова ГОСТ 26207-91. [2,10]

При рассмотрении результатов определения подвижных соединений фосфора под дубовыми насаждениями на глубине 0-10 см содержание фосфора составляет 7,5 мг/100 г, под лиственничными насаждениями на той же глубине 4,5 мг/100 г и с глубиной происходит падение. Под еловыми насаждениями на глубине 0-10 см содержание фосфора составляет 3,7 мг/100 г, на глубине 10-20 см 2,6 мг/100 г, с глубиной происходит вскипание из-за наличия в почве карбонатов (табл. 3).

Таблица 2.

Исследование кислотности ($\bar{x} \pm t_{0,05} S \bar{x}$) чернозема выщелоченного под древесными насаждениями

Глубина слоя почвы, см	Дубовые насаждения	Лиственничные насаждения	Еловые насаждения
	pH	pH	pH
A0 0-10	6,43 ± 0,08	6,44 ± 0,19	5,43 ± 0,09
A1 10-20	6,79 ± 0,13	6,93 ± 0,25	6,57 ± 0,11
A 20-30	6,80 ± 0,11	6,75 ± 0,14	6,16 ± 0,08
A 30-40	6,83 ± 0,16	6,43 ± 1,01	6,50 ± 0,17
A 40-50	6,99 ± 0,26	6,79 ± 0,11	6,58 ± 0,38
A 50-60	7,23 ± 0,14	7,45 ± 0,17	6,68 ± 0,08
AB	8,55 ± 0,30	8,22 ± 0,41	8,60 ± 1,21

Таблица 3.

Определение подвижных соединений фосфора под древесными насаждениями

Глубина слоя почвы, см	Определение подвижных соединений P2O5 мг/100 г. почвы		
	Под дубовыми насаждениями	Под лиственничными насаждениями	Под еловыми насаждениями
A0 0-10	7,5	4,5	3,7
A1 10-20	6,4	3,2	2,6
A 20-30	6,2	2,8	2,4
A 30-40	3,8	2,4	2,2
A 40-50	3,7	2,2	2,1
A 50-60	2,1	1,8	-

Таблица 4.

Определение подвижных соединений калия под древесными насаждениями

Глубина слоя почвы, см	Определение подвижных соединений K2O мг/100 гр. почвы		
	Под дубовыми насаждениями	Под лиственничными насаждениями	Под еловыми насаждениями
A0 0-10	>25	9,6	7,7
A1 10-20	25	6,3	5,9
A 20-30	24,1	5,7	5,1
A 30-40	16,2	5,0	4,3
A 40-50	14,6	4,7	3,7
A 50-60	10,4	4,1	3,5

При рассмотрении результатов определения подвижных соединений калия под дубовыми насаждениями на глубине 0-10 см содержание калия составляет >25 мг/100 г (очень выс.), на глубине 50-60 см – 10,4 мг/100 г. Под лиственных насаждениями на той же глубине содержание K_2O составляет 9,6 мг/100 г почвы, а на глубине 50-60 см – 4,1 мг/100 г. Под еловыми насаждениями на глубине 10 см составляет 7,7 мг/100 г. и с глубиной происходит резкое падение 3,5 мг/100 г. (табл. 4)

Сравнение результатов профильного содержания фосфора и калия черноземов выщелоченных под дубовыми, лиственных и еловыми насаждениями (табл. 3, 4) показало, что произрастание дубовых насаждений привело к увеличению содержания в почве фосфора и калия по сравнению с другими древесными насаждениями.

Под воздействием древесных насаждений отме-

чены морфологические изменения в профилях почв. Изменения водного режима, кислотности и в профиле органического вещества привели к расхождению трендов почвообразования в зависимости от типа ценоза.

Анализ состояния плодородия почв и динамика его изменения показали, что черноземы выщелоченные обладают большим запасом питательных веществ и благоприятными физическими свойствами, это позволяет поставить их в ряд лучших почв Орловской области.

Опыт ландшафтной организации территории в эрозионно-опасных условиях с посадками местных и интродуцированных древесных насаждений на склонах различной крутизны от 2 до 30° позволяет рекомендовать данную модель обустройства агроландшафта для широкого внедрения в большинстве областей центрально-черноземного региона.

Библиографический список

1. *Беляев А.Б.* Многолетняя динамика свойств черноземов выщелоченных под различными лесонасаждениями. Почвоведение, 2007. № 8, С. 917-926.
2. *Ващенко И.М.* Практикум по основам сельского хозяйства. М.: Просвещение, 1991. С.5-71.
3. *Докучаев В.В.* Русский чернозем. Избр. соч., т. I, М. 1948. 117 с.
4. *Дмитриев Е.А.* Математическая статистика в почвоведении. М.: Издательство Московского университета, 1972 292 с.
5. *Зонн С.В., Кузьмина Е.А.* Влияние хвойных и лиственных пород на физические свойства и водный режим выщелоченных черноземов. // Тр.Лаб. лесоведения АН СССР. М., 1960. Т.1. С. 145-201.
6. *Лебедев А.Н., Лысенко В.Н., Марьясин Л.Ф., Цыбанков Г.Ю.* Шатилковский лес – жемчужина России. Орел: издательство Орловской государственной телерадиовещательной компании, 1996 С. 19-46.
7. Практикум по агрохимии: Учеб.пособие.-2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
8. *Розанова И.М.* Круговорот зольных веществ и изменение физико-химических свойств выщелоченных черноземов под хвойными и широколиственными насаждениями. // Тр. Лаб. Лесоведения СССР. М., 1960 г. 5-60 с.
9. Сборник научно-исследовательских работ (выпуск 3) Орел. 1966. С. 36-45.
10. Сборник отраслевых стандартов ОСТ 10 294-2002 – ОСТ 10 297-2002. Показатели состояния плодородия почв по основным природно-сельскохозяйственным зонам Российской Федерации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002 12-24 с.
11. *Ткаченко М.И.* О роли леса в почвообразовании. Изд. Лесного ин-та. СПб, 1908 г. Вып. XVIII. С. 85-198.

References

1. *Belyaev A.B.* Long-term dynamics of the properties of leached chernozems under different forest plantations. Pochvovedenie, 2007 № 8, 917-926 p.
2. *Vashenko I.M.* Workshop on the basics of agriculture. - M.: Education, 1991 5-71 p.
3. *Dokuchaev V.V.* Russian Chernozem. Fav. cit.,v I, M. 1948 117 p.
4. *Dmitriev E.A.* Mathematical statistics in soil science. M: Moscow University Publishing House, 1972 292 p.
5. *Zonn S.V., Kuzmin, E.A.* The influence of coniferous and deciduous species on the physical properties and water regime of leached chernozem. // Tr. Lab. Forest Science of the USSR. Moscow, 1960. V.1. 145-201 p.
6. *Lebedev A.N., Lysenko V.N., Maryasin L.F., Tsybankov G.Y.* Shatilovskaya forest - the pearl of Russia. - Orel: Publishing Orel State Broadcasting Company, 1996 19-46 p.
7. Workshop on agricultural chemistry: Tutorial., 2 edition., Rev. and add. / Ed. academician of the RAAS V.G. Mineeva. -M.: Moscow State University Press, 2001 689 p.
8. *Rozanov I.M.* Cycle ash matter and changes in the physicochemical properties of leached chernozems under coniferous and deciduous plants. // Proc. Lab. Forest science of the USSR. M., 1960 5-60 p.
9. Collection of research papers (issue 3) Orel - 1966 36-45 p.
10. The collection of industry standard OST 10 294-2002 - OST 10 297-2002. Indicators of the status of fertility of soils for the main natural-agricultural zones of the Russian Federation. - M: FGNU "Rosinformagroteh", 2002 12-24 p.
11. *Tkachenko M.I.* On the role of forests in soil formation. Ed. Forestry Institute. St. Petersburg, 1908 Vol. XVIII. 85-198 p.

УДК 638.145

UDC 638.145

Н.Н. ГРАНКИН

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоологии Орловского государственного университета

E-mail: n.grankin@yandex.ru

С.Н. АВЕРИНА

аспирант кафедры зоологии Орловского государственного университета

E-mail: lana.88@yandex.ru

N.N. GRANKIN

doctor of agricultural Sciences, Professor, of Zoology department Orel State University

E-mail: n.grankin@yandex.ru

S.N. AVERINA

postgraduate student of the of Zoology department Orel State University

E-mail: lana.88@yandex.ru

ОБ ОДНОМ МЕТОДИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ В СЕЛЕКЦИИ СРЕДНЕРУССКИХ ПЧЕЛ НА СНИЖЕНИЕ ЗЛОБЛИВОСТИ

ABOUT ONE METHODOLOGICAL APPROACH IN SELECTION OF MIDDLE RUSSIA BEES TO REDUCE WITH RAGE

Изучена возможность селекции темных европейских лесных пчел российского ареала на снижение агрессивности рабочих особей. Показана степень генотипической обусловленности морфологического признака жалоносного аппарата – количество зубурин на жале и его связь с другими экстерьерными признаками. Рассчитан теоретический эффект селекции по количеству зубурин на жале.

Ключевые слова: проблема злобности среднерусских пчел, селекция, жалоносный аппарат, зубурины жала, селекционно-генетические параметры, межсемейные различия.

The possibility of selection dark of European forest bees Russian area to reduce the aggressiveness of working individuals. Shows the extent to genotypic conditioning morphological trait жалоносного the machine - the number of notches on a thorn, and its relationship with other экстерьерными signs. Calculated theoretical selection effect on the number of notches on the sting.

Keywords: the problem of злобности of middle Russia bees, selection, жалоносный machine, burrs, selection-genetic parameters, inter-family differences.

Введение

В пчелиной семье, как сложной живой системе, наружные морфологические признаки коррелируют с адаптивными этологическими особенностями [5]. У темных европейских лесных пчел *Apis mellifera mellifera* L. в связи с эволюцией в лесных и таежных условиях в контакте с такими теплокровными животными, как медведь, куница, мыши и мышевидные грызуны, выработалась важная адаптивная особенность, направленная на активную защиту гнезд с использованием жалоносного аппарата. В связи с переводом медоносных пчел в категорию сельскохозяйственных животных данная адаптивная реакция оказалась нежелательной для человека, поскольку снижает производительность труда на пасеках.

В поиске методических подходов к решению проблемы злобности среднерусских пчел мы изучали систему парных корреляций между принятыми в отечественной систематике экстерьерными признаками рабочих особей, с включением некоторых признаков жалоносного аппарата – количества зубурин на жале, длины жала, длины резервуара большой ядовитой железы.

Интерес к зубуринам на жале не случаен, поскольку именно они обеспечивают нужную фиксацию жала в мягких тканях животных, следующее за

этим полное излияние яда в тело жертвы и полноценный эффект защитной реакции. В свою очередь зубурины на жале как морфологическая особенность непосредственно взаимосвязаны с остальными составляющими жалоносного аппарата и экстерьерными признаками. В связи с этим определенный интерес представляют сведения об общей изменчивости признака, его взаимосвязях с другими морфологическими признаками, о степени его генотипической обусловленности и о возможностях отбора по этому признаку.

Объекты и методы исследования

Опыты проводились на базе экспериментальной пасеки Орловского государственного университета в 2011-2013 гг. Объектом исследования служили среднерусские пчелы разных популяций осенней генерации 2012 года, которые при отборе из гнезд фиксировались в 70% спирте. Перечисленные экстерьерные признаки изучались по методике В.В. Алпатова [1]. Анализ систем парных корреляций проводили с применением метода корреляционных плеяд, разработанного профессором П.В. Терентьевым [8], позволяющим определить силу и направление взаимосвязей каждого из признаков с комплексом других. Наследуемость признаков

рассчитывали с применением однофакторного дисперсионного анализа по Н.А. Плохинскому [6, 7].

Результаты и обсуждение

Анализ линейных размеров экстерьерных признаков пчел позволяет говорить об определенных межпопуляционных различиях (Табл. 1).

Попарные сопоставления средних величин признаков позволяют определить степень расхождения популяций [3]. Статистически достоверные межпопуляционные различия составили от 26 % до 44 % от всех сопоставлявшихся пар.

По степени межпопуляционных расхождений в определенной степени можно судить об особенностях популяций и перспективах их использования

для получения межпопуляционных кроссов [2].

Наибольшее количество зазубрин на жале отмечено у среднерусских пчел татарской популяции, наименьшее у башкирских пчел. Различия между пчелами рассмотренных популяций по этому признаку были статистически достоверными. По длине жала и линейным размерам резервуара большой ядовитой железы наибольшие значения признаков отмечены у пчел башкирской (2,42) и горно-алтайской (2,94) популяции, наименьшие – у кировской (2,35) и мордовской (2,47) популяции.

О структуре парных зависимостей изученного комплекса признаков на примере одной из групп можно судить по данным таблицы 2.

Таблица 1.

Линейные размеры экстерьерных признаков среднерусских пчел

Популяции Признак	Мордовская		Татарская		Башкирская		Пермская		Кировская		Горно-Алтайская	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Длина хоботка, мм	6,31±0,023	1,95	6,24±0,025	2,16	6,31±0,020	1,70	6,23±0,018	1,59	6,18±0,028	2,25	6,25±0,021	1,66
Кубитальн. индекс, %	63,17±1,991	17,27	56,53±1,160	11,24	56,00±1,270	12,43	62,33±1,297	11,39	57,00±1,370	12,02	65,60±2,050	15,63
Ширина 3-го тергита, мм	4,88±0,024	2,73	5,06±0,017	1,90	4,96±0,024	2,64	5,05±0,020	2,14	4,97±0,025	2,47	5,07±0,034	3,37
Число зазубрин на жале, шт.	9,97±0,131	7,20	10,37±0,148	7,80	9,83±0,118	6,59	10,27±0,095	5,07	10,24±0,185	9,08	9,88±0,133	6,74
Длина жала, мм	2,39±0,013	2,93	2,37±0,008	0,11	2,42±0,019	3,26	2,36±0,009	2,12	2,35±0,013	2,98	2,40±0,016	3,25
Длина резервуара бол. яд. железы, мм	2,47±0,029	6,36	2,58±0,021	4,42	2,80±0,051	7,68	2,67±0,030	6,07	2,57±0,038	7,39	2,94±0,087	14,86

Таблица 2.

Структура парных корреляций морфологических признаков среднерусских пчел башкирской популяции, n= 30

№ п/п	Признаки							
	Ш/к	К.И	Ш/л	Д/т	Ш/т	Ш/ст	Двз.	Чзж.
Дл	0,36	0,24						
Дт	0,13	-0,02	0,11					
Ш/т	-0,04	0,19	-0,02	0,54				
Ш/ст	-0,13	-0,003	-0,20	0,39	0,49			
Двз.	0,31	-0,07	-0,11	0,29	0,03	0,24		
Швз.	0,14	0,17	0,08	-0,10	0,18	-0,06	0,02	
Д/ж	0,47	-0,28	0,63	-0,03	-0,15	-0,15	0,49	-0,62
Др.б.я.ж.	-0,21	-0,52	-0,26	0,27	0,20	0,45	-0,10	-0,30

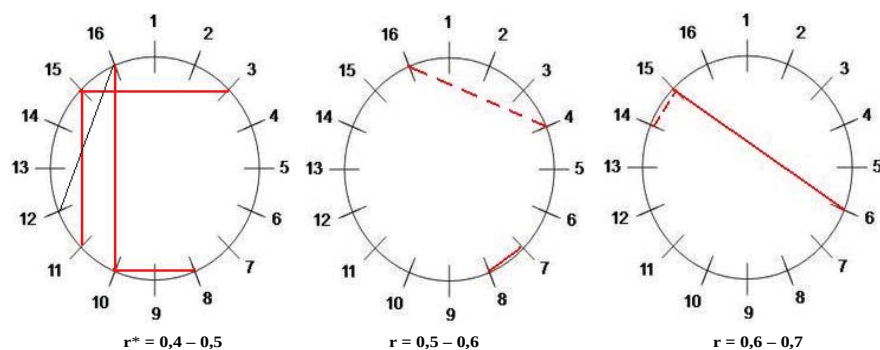


Рис. 1. Распределение корреляций морфологических признаков среднерусских пчел башкирской популяции по уровням
Условные обозначения: 1 – Д/х; 2 – Д/к; 3 – Ш/к; 4 – К/и; 5 – Д/л; 6 – Ш/л; 7 – Д/т; 8 – Ш/т; 9 – Д/ст; 10 – Ш/ст; 11 – Двз; 12 – Швз; 13 – Чзж; 14 – Чзж; 15 – Д/ж; 16 – Др.б.я.ж.

Из 120 рассчитанных значений коэффициента корреляции статистически достоверных оказалось лишь 8. Статистические недостоверные значения не анализировались. Достоверные корреляции, помимо основных экстерьерных признаков, отмечались у двух признаков системы жалоносного аппарата. Длина жала, длина резервуара большой ядовитой железы достоверно положительно связаны с размерами крыла, длиной воскового зеркала, с шириной 3-го стернита и задней лапки.

Отметим также, что по структуре парных корреляций морфологических признаков изучавшиеся группы значительно различались между собой. Так, у татарской и Кировской групп статистически достоверных связей по признакам жалоносного аппарата оказалось лишь по одной, чего не наблюдалось у мордовской, пермской, горно-алтайской групп.

Для определения возможностей селекции по изучавшимся морфологическим признакам мы рассчитали степень их генотипической обусловленности, показателем которой служит коэффициент наследуемости (Табл. 3).

Таблица 3.

Наследуемость экстерьерных признаков среднерусских пчел

Признаки	h^2	F_ϕ	P
Длина крыла, мм	0,18	5,92	0,95 *
Ширина крыла, мм	0,50	16,49	0,95 *
Кубитальный индекс, %	0,29	9,49	0,95 *
Ширина 3-го тергита, мм	0,31	10,09	0,95 *
Длина 3-го стернита, мм	0,12	3,11	0,95 *
Ширина 3-го стернита, мм	0,26	8,64	0,95 *
Длина воскового зеркала, мм.	0,69	18,48	0,99**
Число зазубрин на жале, шт.	0,09	3,81	0,95 *
Длина жала, мм	0,13	3,81	0,95 *
Длина резервуара б. яд. железы, мм	0,46	13,93	0,95 *

Судя по значениям приведенных коэффициентов, степень генотипического разнообразия экстерьерных признаков пчел изучаемой группы находится в пределах низких и средних значений. Самый высокий уровень наследуемости ($h^2 = 0,69$) отмечен в отношении длины воскового зеркала. В известном соответствии со значением показателей наследуемости находится возможность отбора, определяемая как произведение селекционного дифференциала, т.е. разницы между показателями признака у родите-

лей и потомков на коэффициент наследуемости соответствующего признака по формуле $S = q \cdot h^2$, где S – эффект селекции на одно поколение, q – селекционный дифференциал, h^2 – коэффициент наследуемости [8]. Расчет возможности селекции среднерусских пчел по числу зазубрин на жале мы проводили на основании выявленных межсемейных расхождений, варьирующих в пределах от 0,10 до 0,54 (Табл.1). В зависимости от степени генотипического разнообразия признака и интенсивности отбора эффект селекции на одно поколение в конкретной группе варьировал от 0,01 до 0,05 зазубрин (Табл. 4).

Таблица 4.

Соотношение интенсивности отбора и эффекта селекции среднерусских пчел по количеству зазубрин на жале ($h^2 = 0,09$)

Селекционно-генетические параметры	Диапазон изменений				
Значение селекционного дифференциала	0,40	0,54	0,10	0,13	0,49
Эффект селекции на одно поколение, зазубрин, шт.	0,04	0,05	0,01	0,01	0,04

Выводы

На основе полученных данных можно отметить, что среднерусские пчелы на своем обширном российском ареале не однородны и подразделяются на множество локальных групп, или популяций, с комплексом морфобиологических и этологических особенностей [4]. Установлено, что число зазубрин на жале как признак в морфологическом комплексе характеризуется повышенной вариабельностью. Степень его генотипической изменчивости незначительна ($h^2 = 0,09$). С учетом фактических межсемейных различий, определяющих интенсивность отбора, эффективность селекции пчелиных семей по числу зазубрин на жале рабочих особей находится в пределе от 0,01 до 0,05 штук на одно поколение. Согласно предварительным расчетам, на изменение данного признака в пределах фактического размаха колебаний (9-13) при заданных значениях селекционно-генетических параметров требуется более 10 поколений отбора. Остается не полностью изученным результат влияния такого отбора на адаптивные особенности пчелиных семей в меняющихся экологических условиях.

Библиографический список

- Аллатов В.В. Породы медоносных пчел. Изд-во МОИП, 1948.
- Гранкин Н.Н. Аналитическая селекция среднерусских пчел в условиях Орловской области// Сб. Международного симпозиума по генетике, селекции, репродукции пчел. Москва. 1976.
- Кривцов Н.И. Особенности корреляций в популяционных группах среднерусских пчел// Доклады XXIV Международного конгресса по пчеловодству. Бухарест: Апиомондия, 1977.
- Кривцов Н.И., Гранкин Н.Н. Среднерусские пчелы и их селекция. НИИП РАСХН, Рыбное. 2004.
- Петров С.Г. Большая ядовитая железа рабочих пчел как показатель продуктивности пчелиной семьи. Опытная пасека. 1927, № 8-9.

6. *Плохинский Н.А.* Наследуемость и повторяемость. Сб. «Генетические основы селекции животных». Наука, 1969.
7. *Плохинский Н.А.* Биометрия. Изд-во МГУ, 1980.
8. *Терентьев П.В.* Метод корреляционных плеяд// Вестник МГУ. 1959, №9.

References

1. *Alpatov V.V.* honeybee race. Publishing house of the Moscow society of naturalists, 1948.
 2. *Grankin N.N.* Analytical selection of mid-Russian bees in the conditions of the Oryol region// Sat. International Symposium on genetics, breeding, reproduction bees.- Moscow.- 1976
 3. *Krivtsov N.I.* Features of the correlations in the population groups of the mid-Russian bees// Reports of the XXIV International Congress on beekeeping. - Bucharest: Apimondia, 1977.
 4. *Krivtsov N.I. , Grankin, N.N.* Среднерусские bees and their breeding. NIIP RAAS, fish.- 2004.
 5. *Petrov YE AR* Large poisonous iron worker bees as an indicator of the productivity of bee families. Experimental apiary.- 1927, № 8-9.
 6. *Plohinskiy N.A.* Heritability and repeatability. Sat. «Genetic basics of animal selection».- Nauka, 1969.
 7. *Plohinskiy N.A.* Biometrics. Izd-vo MGU, 1980.
 8. *Terent'ev P.V.* Method of correlation Pleiades// Vestnik MGU.-1959, №9.
-

УДК 633.11

UDC 633.11

В.М. КАЗЬМИН

доктор сельскохозяйственных наук, директор Центра химизации и с/х радиологии «Орловский»

О.В. ШЕНЦОВА

сотрудник Центра химизации и с/х радиологии «Орловский»

В.Н. МИЛЕНТЬЕВ

сотрудник Центра химизации и с/х радиологии «Орловский»

V.M. KAZMIN

doctor of agricultural sciences, Director of the center of chemistry and agricultural radiology "Orel"

O.V. ŠENCOVA

staff member of the Centre of chemistry and agricultural Radiology "Orel"

V.N. MILENT'EV

staff member of the Center of chemistry and agricultural Radiology "Orel"

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ^{137}Cs В АГРОФИТОЦЕНОЗЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

DYNAMICS OF ^{137}Cs IN AGROPHYTOCENOSIS WINTER WHEAT UNDER THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS

В статье изучена динамика накопления ^{137}Cs в агрофитацинозе растений и влияние азотных удобрений на качество озимой пшеницы. Установлено, что все агрохимические и агротехнические мероприятия по агроэкологическому улучшению должны быть максимально оптимизированы и направлены на повышение урожайности сельскохозяйственных культур, так как это приводит к снижению накопления радионуклидов в продукции до 50% даже без применения специальных защитных мероприятий.

Ключевые слова: агрофитоценоз, продукция, загрязнение, Чернобыль, цезий-137, мониторинг.

In the article dynamics of accumulation ^{137}Cs in agrophitocenosis of plants and influence of nitrogenous fertilizing on quality of winter wheat is studied. It is established that all agrochemical and agrochemical measures for agroecological enriching should be as much as possible optimized and directed on yield increase of crops as it leads to accumulation decrease of radionuclids in production to 50% even without application of special protective measures.

Keywords: agrophitocenosis, production, contamination, Chernobyl, caesium-137, monitoring.

Технологии реабилитации загрязненных сельскохозяйственных угодий предусматривают комплексное применение агротехнических и агрохимических приемов, что позволяет получить нормативно чистую растениеводческую и животноводческую продукцию (Горина 1976, Моисеев 1977, Алексахин 1991, Белоусов 1996, Воробьев и др. 2002). При этом сложные вопросы механизма перехода радионуклидов в растениеводческую продукцию и их распада еще не отработаны и требуют своего решения.

На территориях, потенциально подверженных радиоактивному заражению или уже подвергшихся таковому, службы радиационного контроля проводят измерения радиационного фона.

Основой системы контроля радиационной обстановки в зоне обслуживания подразделений радиационного контроля является проведение систематических наблюдений на стационарных контрольных и реперных участках (КУ) локального мониторинга.

Объектами контроля является почва сельскохозяйственных угодий и продукция растениеводства, производимая на загрязненных территориях. Выбор конкретных объектов, периодичность и объемы контроля зависят от его задач и конкретной радиозкологической обстановки в агрофитоценозах.

С целью получения информации, характеризующей накопление радионуклидов в растениях, которая является основой для прогнозирования загрязнения продукции растениеводства, проводится определение коэффициентов накопления (КН) наиболее значимых радионуклидов для конкретных почвенно-климатических условий и районированных культур.

В Орловской области находятся 24 стационарные контрольные точки, где проводит радиологическое измерение ФГБУ ЦХ и СХ радиологии «Орловский». На территории проведения эксперимента располагается стационарная контрольная точка №15, по данным которой в рамках радиационного мониторинга за период с 1985 года по 2010 год был проведен анализ загрязненности почвы (рисунок 1) и озимой пшеницы цезием-137, установлены коэффициенты накопления цезия-137 в соломе и зерне озимой пшеницы.

На рисунках 1, 2, 3 видно, что до аварии на Чернобыльской АЭС в 1985 году содержание цезия-137 в почве составляло 2,7 Бк/кг, что является естественным фоном. Содержание цезия-137 в озимой пшенице не превышало естественную норму.

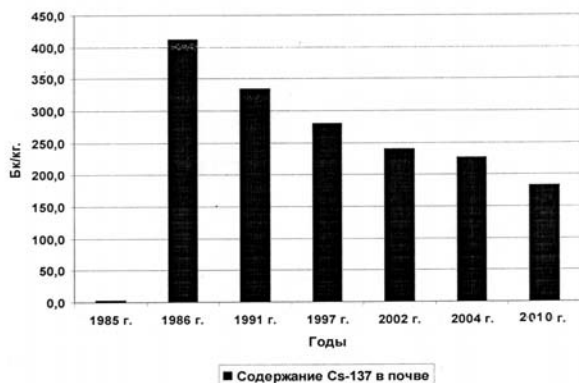


Рис. 1. Содержание ^{137}Cs в почве на контрольном участке №15 Орловского района.

В 1986 году, после аварии на ЧАЭС, в результате выпадения радиоактивных осадков значительная часть территории Орловской области оказалась загрязненной, в том числе загрязнению подверглись территории сельскохозяйственного использования. Содержание ^{137}Cs в почве составило 411,9 Бк/кг, превысив доаварийные показатели в 152,5 раза. В зерне озимой пшеницы содержание цезия-137 превысило доаварийную норму в 3707,2 раза, а в соломе в 2022 раза. В последующие годы (на рис. 1) в условиях отсутствия поверхностного загрязнения происходило постепенное снижение содержания цезия-137 в почве. Определенную роль в этом сыграло «старение» радионуклидов, при котором с течением времени Cs поглощается почвенными минералами, где он занимает в кристаллических структурах место калия и становится малодоступным для растений. Естественный распад и развитие миграционных процессов также способствуют уменьшению содержания радионуклида в почве (Санжарова и др. 1994; Санжарова и др. 2004).

На рисунке 2 показано, что с 1991 года произошло резкое снижение содержания цезия-137 в озимой пшенице. Важным фактором на пути миграции радионуклидов по цепочке почва-растение стало проведение комплекса мероприятий, позволяющих снизить накопление радионуклидов растениями.

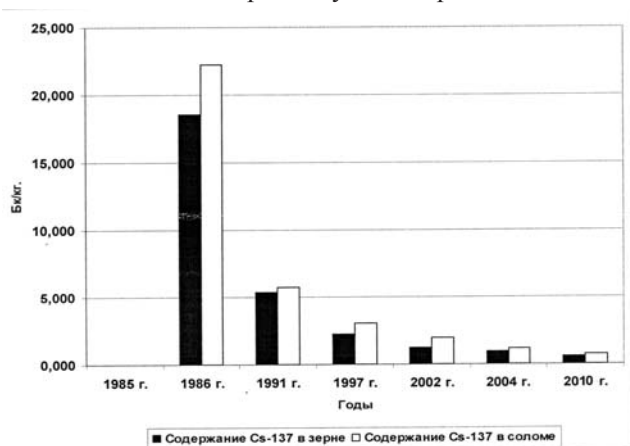


Рис. 2. Содержание ^{137}Cs в озимой пшенице на контрольном участке №15 Орловского района.

На общем фоне происходило снижение поступления ^{137}Cs в продукцию растениеводства, но его содержание в урожае зерна 2010 года превышало доаварийный уровень в 2 раза.

Логично, что и коэффициенты накопления цезия-137 в зерне и соломе озимой пшеницы (рисунок 3) повторяют общие закономерности содержания цезия-137 в почве и озимой пшенице.

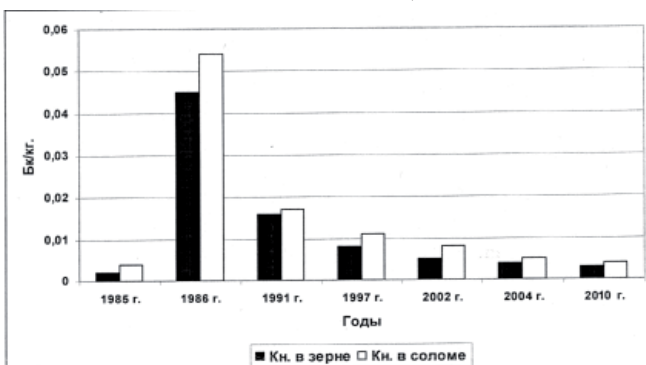


Рис. 3. Коэффициенты накопления ^{137}Cs в озимой пшенице на контрольном участке №15 Орловского района.

Резкое снижение показателей коэффициентов накопления цезия-137 с 1986 по 1991 г. – результат агрономических мероприятий – контрмер – агротехнических и агрохимических, позволяющих снизить поступление радионуклидов из ризосферы в растения.

Действие различных мероприятий, применяемых для снижения накопления радионуклидов в растениях, основывается на их влиянии на свойства почв. Агротехнические приемы изменяли распределение радионуклидов в почвенном профиле, а агрохимические приводили к изменению кислотности почв, увеличению сорбционной способности или концентрации конкурентных ионов.

В отдаленные от аварии годы (1997-2010) замедлились темпы снижения перехода ^{137}Cs из почвы в растения, сократились и объемы выполняемых контрмер. (Ратников, Жигарева, Попова, 1992; Handbook, Viena, 1994; Evans. Dekker, 1968).

Распределение площадей по плотности загрязнения цезием-137 районов Орловской области с 1986 по 2010 годы представлены на рисунках 4 и 5.

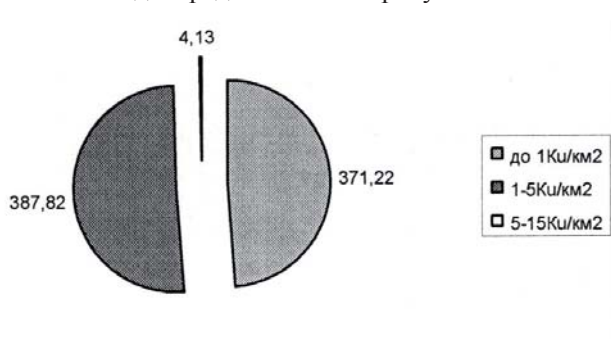


Рис. 4. Плотность загрязнения пашни ^{137}Cs , тыс. га в 1986 г.

За время, прошедшее с момента аварии, наблюдается значительное снижение плотности загрязнения почв ^{137}Cs на территории Орловской области до

1 Ки/км². 17% площадей агроценозов, подвергшихся загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, вошли в группу с плотностью загрязнения менее 1 Ки/км.

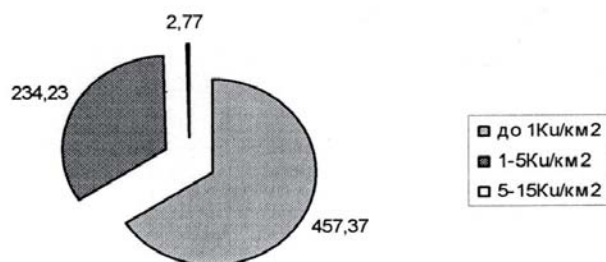


Рис. 5. Плотность загрязнения пашни ¹³⁷Cs, тыс. га в 2010г.

Плотность загрязнения ¹³⁷Cs от 1-5 Ки/км² имеют 240 тыс. га агроценозов, что в 1,6 раза меньше, чем по результатам первого тура обследования на период 1986 года.

В связи с естественным распадом ¹³⁷Cs площади с загрязнением 5-15 Ки/км² снизились в 1,5 раза и составили 2,8 тыс.га на 2010 год.

С момента аварии на ЧАЭС прошло 24 года, а период полураспада ¹³⁷Cs составляет 30,17 лет, это означает, что проведение агрохимических мероприятий на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, актуально и на сегодняшний день.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что вследствие аварии на Чернобыльской атомной станции в 1986 г. содержание цезия-137 в фитоагроценозе озимой пшенице Орловского района значительно превышало доаварийные уровни – в десятки раз. Затем, происходило плавное снижение содержания цезия-137 в почве, что было связано с естественным старением радионуклида и выносом его из почвы с растительной продукцией. А уменьшение содержания цезия-137 в озимой пшенице в основном связано с контрмероприятиями, проводимыми после аварии на зараженных территориях, что способствовало меньшему переходу радионуклидов в растения. В Орловской области с этими же процессами связано уменьшение площадей пашни, загрязненных радионуклидами, в 1,4 раза.

Как показывают многочисленные опыты, внесение азотных удобрений под планируемый урожай следует проводить с учетом растительной диагностики («Методические указания по почвенной и растительной диагностике для оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур» Казьмин и др., 2004).

При этом необходимо отдавать предпочтение нитратным формам азотных удобрений, а применения азота в виде аммонийных солей и жидкого аммония следует избегать, так как ион NH⁴⁺ способен вытеснять в почвенный раствор ¹³⁷Cs, сорбированный почвенными минералами.

При недостатке в почве доступного азота для растений существенно снижается урожай и повышается в нем концентрация радионуклидов. С другой стороны, внесение в почву высоких доз азотных удобрений (150-200 кг действующего вещества на га), особенно при несбалансированном соотношении N:P:K, заметно повышает переход ¹³⁷Cs из почвы в растения (табл.1).

То есть, для получения экологически чистой продукции без превышения санитарных норм по содержанию нитратов, нитритов и радионуклидов необходимо отрегулировать дозы азотных удобрений. Согласно нашим экспериментальным данным, наилучший эффект достигается при дробном внесении азота из расчета 65 кг действующего вещества на га, что обеспечивает получение экологически чистой урожайности зерна озимой пшеницы около 30 ц/га при экстенсивном способе возделывания и от 45 до 50ц/га – при интенсивном.

Наблюдается плавное снижение содержания ¹³⁷Cs в почве и растениях озимой пшеницы. Это связано с естественным распадом радионуклидов миграционными процессами, а также выносом его растительной продукцией. На уменьшение перехода ¹³⁷Cs из почвы в озимую пшеницу также повлияла сельскохозяйственная деятельность человека, связанная с проведением контрольных мер и улучшением почвенного плодородия.

Таблица 1.

Влияние различных доз и сроков внесения удобрений на урожай и качество озимой пшеницы, 2004-2010 г.г.

Варианты	N	P205	к2о	Урожайность ц/га	Белок %	Содержание 7Cs Бк/кг
	кг\га		ц. вещества			
1	5	5	5	26,7	13,76	1.26
2	35	35	35	27,5	13,63	2.04
3	65	35	35	29,1	13,81	менее 1,00
4	95	35	35	29,9	14,19	1.27
5	95	35	35	32,0	14,34	2.73
6	125	35	35	34,1	13,93	2.07
7	125	35	35	35,6	14,03	2.94
8	125	35	35	35,9	13,83	3.10
9	155	35	35	36,6	14,34	3.40
10	115	35	35	36,1	14,27	2.82

Библиографический список

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствия аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Белоруссии. Под руководством Израйля Ю.А. и Богдевича И.М./М.Минск: 2009. Фонд «Инфрасфера» - НИА «Природа». 2009. 140 с.
2. Бердоносков С.С., Сапожников Ю.А. Ионизирующее излучение и окружающая среда // Соросовский образовательный журнал, химия, 2001 Т.7.№2. С. 40-46.
3. Богдевич И.М., Подоляк А.Г., Арастович Т.В., Жданович В.П. Зависимость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травянистых кормах от степени окультуренности дерново-подзолистых почв// Радиация. Биология. Радиоэкология. 2005. Т.45 №2 С.241-247.
4. Воробьев Г.Т., Чумаченко И.Н., Маркина З.Н. Почвенное плодородие и радионуклиды. (Экологические функции удобрений и природных минеральных образований в условиях радиоактивных загрязнений почв) . М.: НИА-Природа 2002. 357 с.
5. Квасникова Е.В., Жукова О.М., Гордеев С.К., Константинов С.В., Киров С.С., Лысак А.В., Манзон Д.А. Цезий-137 в почвах ландшафтов через 20 лет после аварии на Чернобыльской АЭС// Известия РАН. Сер.географ.2009 №5 С.66-83.
6. Parakhin N.V., Kazmin V.M., Amelin A.V. Agroecological grounds of obtaining ecological safe plant growing production on soils contaminated with radionuclides // International journal of applied and fundamental research. № 3, 2008, Pp.12-16.

References

1. Atlas of modern and forecast aspects of the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant in the affected areas of Belarus and Russia. /Under ed. Yu.A. Israel and I.M. Bogdevich. M. Minsk. 2009. Fund "Infrasfera" - NIA "Priroda". 2009. 140p.
 2. Berdonosov SS, Sapozhnikov YA Ionizing radiation and the environment // Soros Educational Journal, Chemistry, 2001 V.7. № 2. Pp. 40-46.
 3. Bogdevich IM, Podolak AG, Arastovich TV, Zhdanovich VP The dependence of the accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr in herbaceous forage on the extent of cultivated sod-podzolic soils // radiation. Biology. Radioecology. Number 2 in 2005 v.45. Pp.241-247.
 4. Vorobyev G.T., Chumachenko I.N. Markin Z.N. Soil fertility and radionuclides. (Ecological functions of fertilizers and natural mineral educations in the conditions of radioactive pollution of soils). M: NIA-Priroda 2002. 357 pages.
 5. Kvasnikova E.V. Zhukov O. M., Gordeyev S. K. Konstantinov S. V., Kirov C.C., Lysak A.V. Manzon D. A. Caesium-137 in soils of landscapes in 20 years after the Chernobyl accident//News of the Russian Academy of Sciences. Ser.georpaф.2009 No. 5 of Page 66-83.
 6. Parakhin N.V., Kazmin V.M., Amelin A.V. Agroecological grounds of obtaining ecological safe plant growing production on soils contaminated with radionuclides // International journal of applied and fundamental research. № 3, 2008, Pp.12-16.
-
-

УДК 636.085.5

UDC 636.085.5

В.Р. КОЧКАРЁВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
почвоведения и прикладной биологии Орловского
государственного университета

А.В. ГАРИН

кандидат сельскохозяйственных наук

Е.С. ЧУВАШЕВА

кандидат биологических наук доцент кафедры
почвоведения и прикладной биологии Орловского
государственного университета

V.R. KOCHKARYOV

doctor of Agricultural Sciences, Professor department of
Soil Science and Applied Biology, Orel State University

A.V. GARIN

candidate of Agricultural Sciences

E.S. CHUVASHEVA

PhD, Associate Professor, Department of soil science and
applied biology of the Orel State University

ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ БОБОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОГО СИЛОСА

OPTIMIZATION OF A PARITY OF BEAN AND CEREAL CULTURES FOR PREPARATION OF THE HIGH-QUALITY POWER SATED SILO

В статье рассматриваются данные по разработке принципов оценки и подбора исходного сырья для силосования с учетом его биохимического состава, технологической предрасположенности, кормовой ценности и эколого-экономической эффективности. Анализируется эффективность использования зелёной массы одно-видовых зерновых злаковых и бобовых растений с последующей их комбинацией при заготовке высококачественного энергонасыщенного силоса

Ключевые слова: силос, кормовая ценность, биохимический состав, зелёная масса, растения, злаковые, бобовые, заготовка, высококачественный, энергонасыщенный.

In article the data on working out of principles of an estimation and selection of initial raw materials for siloing taking into account its biochemical structure, technological predisposition, fodder value and ekologo-economic efficiency is considered. Are analyzed efficiency of use of green weight one-specific grain cereals and bean plants with their subsequent combination at preparation of the high-quality power sated silo

Keywords: a silo, fodder value, biochemical structure, green weight, plants, cereals, bean, preparation, high-quality, power sated.

Инновация прогрессивной промышленной технологии производства продуктов животноводства предусматривает создание стабильной кормовой базы, обеспечивающей равномерное поступление однородных по физико-технологическим свойствам и сбалансированных по питательным веществам кормов. Такой корм, в частности силос, позволяет использовать средства комплексной механизации процессов его приготовления и раздачи.

Общей тенденцией в кормлении сельскохозяйственных животных является переход от многокомпонентного рациона к монодиете с минимальным набором кормовых средств. Поэтому в мировой практике широко распространен силосный тип кормления крупного рогатого скота в течение круглого года.

Силосование – простой и вместе с тем надежный способ консервирования зеленых кормов. Соблюдение технологии силосования позволяет получить из зеленой массы доброкачественный корм с минимальными потерями питательных веществ. Это биологический метод консервирования зеленых кормов, в основе которого

лежит процесс молочнокислого брожения. Продуцируемая молочнокислыми бактериями при сбраживании сахара молочная кислота, подкисляя массу, подавляет развитие нежелательных бактерий (гнилостных и маслянокислых). При подкислении массы до pH 4,2-4,3 жизнедеятельность этих бактерий полностью прекращается. Поэтому содержание в растениях сахара в количестве, необходимом для образования молочной кислоты (чтобы ее хватило для подкисления массы до pH 4,2), является одним из основных условий, обеспечивающих получение доброкачественного силоса.

Несмотря на то, что силосование кормов – неплохо освоенный практикой способ консервирования растений, получению высококачественного силоса уделяется недостаточно внимания. В результате питательность 1 кг силоса не превышает 0,17 кормовой, единицы вместо 0,24-0,28, а содержание протеина – 15-16 г вместо 17-30 г, получаемых при соблюдении технологии. Скармливание силоса низкого качества приводит, как правило, к снижению продуктивности животных.

Неблагоприятные свойства корма отрицатель-

но сказываются на его поедаемости, что ограничивает или полностью исключает использование низкокачественных кормов в рационах высокопродуктивных коров. Пренебрежение этим обстоятельством приводит к тому, что максимально возможная продуктивность животных не достигается.

Трудно переоценить значение высокого качества корма для животноводства в условиях промышленной технологии. Ведь чем интенсивнее производство и выше продуктивность животных, тем лучше должен быть корм. Так, при удое 40 кг требуется, чтобы в 1 кг сухого вещества рациона содержалось не менее 1,1 кормовой единицы.

Организация полноценного сбалансированного питания животных путем укрепления кормовой базы в условиях различных систем хозяйствования в настоящее время является наиболее актуальной. Главное – необходимо осуществлять заготовку кормов в достаточном объеме и высокого качества.

Недостаточное содержание в кормах некоторых элементов питания, в частности протеина, приводит к значительным экономическим потерям вследствие недобора животноводческой продукции и резкому перерасходу кормов на единицу продукции.

Основными источниками протеина для сельскохозяйственных животных являются растительные корма. Как правило, большинство кормовых растений содержат достаточное количество белка, необходимое для удовлетворения потребности в нем животных, только в весенний и раннелетний период, далее его концентрация снижается. Поэтому дефицит белка отмечается даже летом. В зимне-стойловый период рационы остаются дефицитными по белку из-за существенных (25-30% и более) потерь его при заготовке кормов, в частности силоса – из-за несовершенности большинства существующих технологий уборки и консервирования. Во многом эти потери вызваны не только недостаточной развитостью технологий заготовки, но и неверным выбором исходного сырья.

Поэтому не может быть оправданным научно не обоснованное стремление использовать при силосовании ту или иную культуру, так как полноценность будущего силосованного корма определяется, прежде всего, оптимальным соотношением технологических, биохимических и кормовых свойств исходной массы.

Решение проблемы производства силосованных кормов в современных условиях должно быть основано на реальных задачах животноводства, при соблюдении технологических требований и исходя из экономической целесообразности.

Поэтому, при разработке принципов оценки и подбора исходного сырья для силосования необходимо предварительно проводить изучение его биохимического состава, технологической predisposedности с учетом кормовой ценности и эколого-экономической эффективности.

К сожалению, традиционные силосные культуры

– кукуруза и подсолнечник – не обеспечивают рацион основным питательным веществом протеином. По свидетельству А. Евстратова и др. (2004), кукуруза и подсолнечник в период уборки имеют достаточно высокую влажность, что обуславливает значительную потерю питательных веществ. При силосовании выделяется сок – 20-25% от заложенной массы, а это в свою очередь ведёт, во-первых, к утрате части растворимых питательных веществ и, во-вторых, к потере белковых веществ в результате проникновения внутрь силосуемой массы воздуха, стимулирующего развитие посторонних микробиологических процессов. Это, естественно, снижает питательную и биологическую ценность силоса, ведет к дефициту важнейших элементов в рационах (сырой протеин, микро- и макроэлементы, витамины) и в итоге – к снижению продуктивности и ухудшению клинического состояния животных.

Кроме того, активное внедрение в производство ранне- и ультрараннеспелых гибридов кукурузы еще более усугубляет проблему белка, так как обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином понижается с 70-75 г в позднеспелых сортах до 50-58 г.

Недостаточное содержание в кормах сырого протеина, несбалансированность рационов по аминокислотному составу в соответствии с физиологическими требованиями конкретного вида и половозрастных групп животных, неудовлетворительное энерго-протеиновое и сахаро-протеиновое отношение в рационах приводят к снижению коэффициента использования питательных веществ кормов в организме животных. Следовательно, важное значение в решении белковой проблемы принадлежит разработке технологических приемов приготовления кормов, обеспечивающих повышение содержания протеина.

Часто в практике силосования кормов используются технологии заготовки с применением добавок, непосредственно повышающих содержание сырого протеина в кормовой массе. Наиболее распространен метод силосования с применением диамида угольной кислоты – карбамида $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Синтетический карбамид содержит около 37 % азота и выступает как восполнитель недостающего количества этого элемента.

В настоящее время существует огромное количество методов и подходов для решения «протеиновой проблемы» – это различные синтетические добавки (карбамид и другие аммиачные препараты), а также химическое консервирование.

Одним из реальных путей решения проблемы белка является приготовление силоса из многочисленных бобовых трав, которые обладают высокой энергетической питательностью с высоким содержанием протеина – 16-24%. Для повышения качества силосованных кормов активно применяют смешанные посевы бобовых и злаковых культур. В урожаях таких смесей, по сравнению с одновидовыми посевами злаковых, более высокое содержание белка у злаков, и почти не изменяется его содержание у бо-

бобовых. Чистые посевы злаков дают зеленую массу, богатую углеводами, но бедную белками, бобовых – богатую белками, но бедную углеводами. Исходя из этого, можно сделать вывод, что смесь таких растений представляет собой полноценное в технологическом и кормовом отношении сырье для силосования. При этом, по свидетельству некоторых исследователей, в зеленой массе бобовых и злаковых, выращенных в поливидовых посевах, отмечается значительно меньше клетчатки и больше белка в злаковом компоненте, что повышает питательную ценность корма.

Кроме того, смешанные посевы отличаются высокой урожайностью. Так, в работе А.Е. Бадина (2000) было показано, что возделывание ячменно-гороховой смеси для приготовления силоса, в сравнении с уборкой на сено или травяной сенаж, позволяет получить более высокий биологический и хозяйственный урожай питательных веществ с единицы посевной площади.

В зеленой массе смешанных посевов бобовых и злаковых культур химический состав по фазам вегетации подвержен незначительным колебаниям, чем у злаков в чистых посевах. Это объясняется, во-первых, достаточно высоким в течение всего периода вегетации содержанием сырого протеина в зеленой массе бобовых культур, а во-вторых, повышением абсолютного содержания протеина в злаках.

Соотношение компонентов смеси оказывает влияние на ее химический состав. Чем больший удельный вес в травостое занимают бобовые культуры, тем выше содержание протеина в злаковом компоненте, и, наоборот, чем больший удельный вес в посеве занимают злаки, тем в большей мере снижается содержание протеина в бобовом компоненте. Таким образом, смешанные посевы бобовых и злаковых трав при правильном подборе компонентов смеси являются одним из важных путей увеличения содержания сырого протеина в силосованных кормах.

При силосовании злаково-бобовых травосмесей необходимо учитывать уровень азотного питания растений, так как при высоких дозах азотных удобрений (90-150 кг/га) в зеленой массе увеличивается концентрация протеина за счет амидов, в результате чего процессы силосования несколько затрудняются. Для получения качественного силоса растения с обильно удобренных азотом участков необходимо предварительно проявлять.

В опытах по использованию смешанных посевов однолетних культур на силос было показано, что смешанные посевы с участием ячменя, овса, гороха и вики в различных процентных соотношениях обеспечили получение высоких урожаев зеленой массы, а силоса, приготовленные из зеленой массы смешанных посевов отличались повышенным содержанием обменной энергии и переваримого протеина в 1 кг сухого вещества.

И.Л. Аллабердин (2001), изучая эффективность заготовки силоса из зеленой массы злаковых зерновых в смеси с высокобелковыми бобовыми куль-

турами, установил, что варианты, приготовленные с использованием растительной массы смешанных посевов ячменя, вики и овса в трех различных соотношениях (1-й – 25%:25%:50%; 2-й – 25%:50%:25%; 3-й – 50%:25%:25%), содержат значительно больше сырого протеина по сравнению с кукурузным силосом (23,42 г, 26,83 г, 21,90 г и 12,28 г на 1 кг силоса соответственно).

Однако использование для силосования смешанных посевов злаковых и бобовых культур сопряжено с рядом трудностей. По свидетельству Л.Г. Боярского (2001), главной проблемой является необходимость выделения дополнительных земельных площадей для посева травосмесей, что особенно актуально в условиях острого дефицита пахотных угодий. Кроме того, не всегда удается получить массу в оптимальных соотношениях бобовых и злаковых растений.

Выходом из данной ситуации может стать использование зелёной массы одновидовых посевов зерновых злаковых и бобовых культур с последующей их комбинацией при силосовании. К очевидным достоинствам этого способа заготовки кормов можно отнести способность большинства многолетних бобовых культур (люцерна, клевер, эспарцет и др.) за вегетацию давать не менее двух укосов, что обуславливает возможность их разностороннего использования за сезон: первый укос – на сено, второй – на приготовление силоса. Безобмолотная уборка зерновых злаковых культур способствует в случае непредвиденных обстоятельств (неблагоприятные погодные условия) частичному сохранению урожая. Всё это, несомненно, несет определенную экономическую выгоду.

В наших исследованиях доказана эффективность использования комбинированного ячменно-эспарцетового силоса. В частности наглядно продемонстрировано значительное повышение уровня протеиновой обеспеченности рационов, включающих ячменно-эспарцетовый силос по сравнению с рационами, содержащими кукурузный силос. Анализ готовых силосов показал, что ячменно-эспарцетовый силос (65%+35%) характеризовался по сравнению с другими вариантами незначительными потерями сухого вещества (5,8%), хорошей сохранностью сырого протеина ($14,09 \pm 0,11\%$ от сухого вещества), низкой концентрацией аммиачного азота (7,2% от общего азота), достаточным содержанием сахаров ($1,05 \pm 0,14\%$ от сухого вещества), а также оптимальным значением pH (4,21) и соотношением молочной и уксусной кислот (68%:32%). В целом по комплексу ряда признаков силос данного варианта отличался высоким качеством, а по совокупности всех характеристик в соответствии с требованиями ГОСТа 10202 – 97 «Силос из зеленых растений. Технические условия» соответствовал 1-му классу.

Использование в рационах лактирующих высокопродуктивных коров ячменно-эспарцетового силоса способствует повышению протеинового, кальциевого и фосфорного питания, а также позво-

ляет снизить в структуре рационов долю концентрированных кормов с 38,1 до 37,5%. При этом, по сравнению с контрольным рационом, включающим кукурузный силос, повышается содержание в 1 кг сухого вещества рационов переваримого протеина с 67,85 до 86,38 г, сырого жира с 22,67 до 26,40 г, сырой клетчатки с 200,91 до 216,18 г и обменной энергии с 9,47 до 9,73 МДж.

Переваримость некоторых питательных веществ рациона при скармливании животным ячменно-эспарцетового силоса выше, по сравнению со скармливанием кукурузного силоса: сухого вещества ($65,4 \pm 0,73\%$ против $62,6 \pm 0,69\%$), органического вещества ($66,0 \pm 0,51\%$ против $66,6 \pm 0,61\%$), протеина ($68,7 \pm 0,40\%$ против $64,0 \pm 0,56\%$), жира ($57,6 \pm 1,18\%$ против $53,2 \pm 0,73\%$), клетчатки ($50,0 \pm 0,84\%$ против $50,1 \pm 0,41\%$), БЭВ ($71,4 \pm 0,66\%$ против $72,7 \pm 1,02\%$).

Замена в рационе лактирующих коров кукуруз-

ного силоса на ячменно-эспарцетовый обеспечивает увеличение молочной продуктивности на 9,6%, а также повышение содержания жира и белка – на 0,14 и 0,09% соответственно ($P > 0,999$). При этом затраты кормовых единиц на образование 1 кг молока снижаются на 0,07, а затраты переваримого протеина увеличиваются на 16,5 г.

В заключение следует отметить, что в современных условиях хозяйствования ведущее значение принадлежит прогрессивным способам приготовления кормов, позволяющим использовать в организации кормовой базы только высококачественные корма, содержащие необходимое количество питательных веществ и энергии. Поэтому проблема разработки более совершенных технологических методов и приемов приготовления высококачественных, энергонасыщенных силосованных кормов занимает одно из ведущих мест в современной инновационной сельскохозяйственной науке.

УДК 591.5(574.2)

В.В. ПЛАТОНОВ

кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии и предпринимательства Орловского государственного университета
E-mail: wplaton1@rambler.ru

UDC 591.5(574.2)

V.V. PLATONOV

candidate of technological sciences, associate professor, professor of the department technology and business, Orel State University
E-mail: wplaton1@rambler.ru

ОЧЕРКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭТОЛОГИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

ESSAYS ENGINEERING ETHOLOGY CATTLE

В статье рассматриваются вопросы исследования и конструирования технических средств для управления поведением животных в искусственных условиях содержания и транспортировки.

Ключевые слова: этология, силовые реакции, анатомические особенности, механическое обездвиживание, бодание рогами, препятствия, направители движения, погрузка, разгрузка, зрительные реакции, нормирование.

The article discusses the research and design of technical means to control the behavior of animals in artificial conditions and transportation.

Keywords: Ethology, power reaction, anatomical features. mechanical immobilization, believe (gore) the horns, obstacles and direct traffic, loading and unloading, Visual reaction, rationing.

Автор этих заметок продолжительное время занимался научными исследованиями в области прикладной этологии (науки о поведении животных в окружающей их среде обитания). Классическая этология – наука о биологических основах и закономерностях поведения животных в естественной среде, а под *инженерной этологией* мы понимаем науку о поведении животных в искусственно сконструированной (инженерной) среде.

Изучение поведения животных в производственных условиях позволяет разрабатывать безопасные

приемы обращения с ними и создавать технические средства, направляющие это поведение в безопасное русло. Разработкой технических средств, управляющих поведением животных в производственных условиях, занимается инженерная этология.

Научные исследования и эксперименты автором и его соратниками проводились в искусственно созданной (инженерной) среде: на животноводческих комплексах, культурных пастбищах, на погрузочных площадках, на территории мясокомбината. Результаты исследований и разработок имели вполне

практическое значение и социально-экономический эффект. Некоторые разработки защищены авторскими свидетельствами на изобретения, часть из них внедрена в производство в виде конкретных изделий, а многие практические выводы вошли в нормативные документы, используемые конструкторами машин и проектировщиками животноводческих сооружений. Ниже приводятся некоторые практические результаты наших исследований.

Силовые реакции животных

Сельскохозяйственные животные и в особенности крупный рогатый скот создают в искусственно созданной человеком среде обитания специфическую зону риска для обслуживающего персонала наличием травмирующих органов (рога, зубы, копыта, хвосты), массой тела (соизмеримой с человеком), агрессивностью, физиологическими выделениями, общими с человеком заболеваниями.

Непосредственное воздействие животных на обслуживающих их людей ежегодно в нашей стране приводит к травмированию десятков тысяч человек. Только от агрессии быков массой от 700 до 1500 кг гибнет до 80 человек в год.

Сравнительно недавно одной из распространенных причин травмирования животноводов были обрыв привязей и поломка животными станков и ограждений для их содержания. Выяснилось, что отсутствуют нормативные основы для расчета этих конструкций. Стоял вопрос: от каких воздействий быков следует оберегать человека и на какие разрушающие нагрузки должны рассчитываться ограждающие конструкции?

На созданных нашей исследовательской группой специальных тензометрических установках проведены исследования силовых реакций возбужденных животных. Исследованиям подвергались быки, сдаваемые на мясокомбинат после проявления агрессии по отношению к человеку. В качестве раздражителей животных мы использовали болевые разряды электрического тока. Оказалось, что при сильном возбуждении взрослые быки-производители могут создавать силовые воздействия на привязь, в 1,7 раза превышающие их живую массу, и эти усилия в 2...6 раз превышают разрывные усилия у применявшихся ранее цепных привязей!

Аналогичные данные были получены при воздействии непривязанных животных на стенки ограждений испытательного тензометрического стенда. Были зафиксированы силовые воздействия быков на стенку стенда до 10,5 кН.

Исследования, проведенные на коровах, свиньях и других животных, позволили получить обобщающую формулу для определения расчетной предельной нагрузки на конструктивные элементы оборудования, фиксирующего животных (цепей, станков, расколов и т.д.):

$$F = 40 P,$$

где F – расчетное усилие, Н;

P – средняя масса животного, кг;

40 – экспериментальный коэффициент с учетом запаса прочности.

Эта формула вошла в ГОСТ 12.2.042 – 79 и используется при создании новых машин, оборудования и сооружений.

Учёт анатомических особенностей животных

Изучение проблемы привязывания животных позволило обнаружить еще одну из причин травматизма (в т.ч. с летальным исходом), происходящую из содержания на фермах и племпредприятиях страны комолых (безрогих) быков-производителей. В силу особенностей анатомического строения комолые быки самопроизвольно освобождаются (выскальзывают) из стандартной хомутовой привязи. В связи с этим нами была разработана и внедрена специальная привязь для комолых быков¹. Эта привязь состоит из стандартного ременного ошейника с регулируемой застежкой, поверху которого в затылочной части (холке) наклепана металлическая дуга, охватывающая костный выступ холки и регулируемая в соответствии с индивидуальными анатомическими особенностями конкретного животного. Для этой цели дуга шарнирно соединена с двумя металлическими боковинами. Положение боковин относительно дуг регулируется с помощью регулировочных болтов. Привязь накладывается на шею быка так, чтобы дуга охватывала холку. С помощью болтов и пластин делается пригонка ошейника к шее. Попытка быка высвободиться из привязи создаёт ему болевое воздействие под давлением дуги, и он прекращает такие попытки. Длительная эксплуатация ошейников на Орловской племенной станции показала их высокую надежность.

Механическое обездвиживание животных

В практике зооветеринарного обслуживания животных (при их осмотре, лечении, раздое и т.д.) наблюдаются травмы людей от удара их конечностями животных и даже хвостами, поэтому остро стоит задача применения быстродействующих фиксаторов. Наблюдение за поведением крупного рогатого скота позволило установить, что животные становятся практически неподвижными, если у них повреждена или находится в поднятом над землей состоянии одна из конечностей. Изучение народных способов обездвиживания коров подтвердило, что на практике некоторые доярки производят фиксацию путем подвязывания одной из задних конечностей животного к какой-либо опоре или туловищу самого животного. Анализ анатомии конечностей показал, что их поднятие от земли можно осуществлять, если сжать и сократить мышцу и ахиллово сухожилие путем искусственного прижатия их к кости. Этот принцип и был использован при разработке конструкции ново-

¹ Авторское свидетельство СССР на изобретение №1734609 А1 кл К 1/06 Привязь для комолого быка. Авторы В.В. Платонов и Ф.В. Бутыри

го фиксатора². Одновременно решалась и вторая задача: как избежать травмирования при наложении фиксатора на конечность. В результате исследований и разнообразных конструкторских проработок был создан фиксатор задних конечностей крупного рогатого скота с дистанционным наложением. Фиксатор выполнен в виде легкой, удобной в переноске штанги с С-образным наконечником-захватом и размещенном внутри нее приводом. Оператор подходит сзади у животному и С-образным захватом обнимает конечность в области ахиллова сухожилия. Затем быстрым вращением рукоятки привода с помощью V-образного упора мышца конечности прижимается к кости, удерживаемой С-образным захватом, и нога поднимается над полом. После этого длинная часть рукоятки штанги отсоединяется от захвата и не мешает основной работе. Животное стоит на трёх ногах практически неподвижно. По окончании работы легким нажатием на кнопку захват снимается с ноги и животное освобождается.

Решение проблемы бодания рогами

Острой проблемой травматизма является бодливость коров. Для борьбы с этим явлением применяют много способов от одевания на рога резиновых амортизаторов до полного отпиливания их. Полная обрезка рога вызывает обильное кровотечение и является травмой для животного, что ведет к снижению продуктивности. Нашими исследованиями установлено, что поведение животного можно изменить, если оно в процессе бодания само будет получать неудовольствие. Нами был разработан специальный инструмент – декорнуатор, предназначенный для обрезки только кончиков рогов³. Установлено, что в результате такой операции верхняя часть рога благодаря обнажению нервных окончаний (без кровопотери) становится чувствительной к внешнему воздействию при бодании, и этот рефлекс угасает. Продуктивность же животного сохраняется.

Искусственные препятствия и направлятели движения для животных

Анализируя травматизм животноводов, мы установили, что механизаторы, подвозящие грузы к фермам, травмируют ноги при выходе из трактора для открытия и закрытия ворот в ограждении откормочных площадок и летних лагерей. Как сделать так, чтобы ворота были открыты для трактора, но не пропускали животных за пределы ограды? И решение было найдено. Дело в том, что животные боятся идти по вибрирующей поверхности. Были разработаны и проведены путем практической эксплуатации в ОПХ «Красная звезда» Орловского района подвесные на пружинах ворота. Подвесные ворота уста-

навливаются в проемы изгороди поперек дороги, предназначенной для проезда трактора с тележкой. Они выполняются в виде лежащей на земле рамы шириной 3,0 м и длиной 1,5 м, на которой подвешена на пружинах платформа планчатого типа. Между планками имеется зазор в 50 мм. Животные боятся наступать на такую платформу, так как она начинает тотчас же вибрировать. Когда на платформу наезжает трактор пружины растягиваются, и она ложится на землю. Трактор с тележкой беспрепятственно проезжает, и платформа снова переходит в подвешенное состояние. Тракторист на каждом проезде экономит до 6 минут (на открытие и закрытие ворот) и не подвергается риску подвернуть ногу или получить удар от свободно перемещающихся внутри лагеря или культурного пастбища животных.

Неспособность крупного рогатого скота к экстраполяции сложных действий при продлении препятствий использована нами при разработке свободных от подвижных элементов проходов для людей (калиток) в ограждениях для животных. Схемы таких проходов приведены в ГОСТ 12.2.042-79, а сущность заключается в том, что элементы прохода на некотором расстоянии визуально воспринимаются как сплошная стена, но на самом деле станки выполнены так, что для прохода человека имеется С или V-образный проход, если смотреть на ограду сверху. Человек с грузом (ведра, вилы, тюки) свободно проходит через такой проход, не отпирая и не запирая калиток, а корова войти в такой проход боится, тем более что ширина прохода не позволяет крупному животному в него проникнуть.

Для обеспечения движения животных в заданном направлении по технологическим проходам (на комплексах и мясокомбинатах) нами разработано запорно-пропускное устройство для животных, которое позволяет без контакта с человеком организовать поточное движение животных друг за другом^{4,5}. На стенках поперёк прохода подвешиваются штанги, имеющие возможность отклоняться только в одну сторону и автоматически возвращающиеся после прохода животного в исходное положение. Каждая цилиндрическая штанга разделена на две части: с изоляцией цилиндра в сторону нужного направления движения животных и с металлическим покрытием обратной стороны. К металлическому покрытию подведен электрический ток, отпугивающий животных в случае их обратного движения. Поворотом штанги на 180 градусов вдоль оси вращения цилиндра можно изменять поток движения животных на противоположный.

2 Авторское свидетельство СССР на изобретение №1734723 А1 кл К 61 D 3/00 . Фиксатор для конечностей животных. Авторы В.В.Платонов, В.Г. Копылов и Ф.В.Бутырин.

3 Авторское свидетельство СССР на изобретение № 952177.А 01 кл К 17/00. Устройство для обрезания рогов. Автор В.В. Платонов.

4 Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1313996 .А 1 кл Е 06 В 11/09 Запорно-пропускное устройство для животных. Автор В.В. Платонов.

5 Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1344297.А 01 кл К 29/00.Проходная клетка для перегона животных в заданном направлении. Авторы В.В. Платонов, А.А.Овчинников, А.Е.Торопов.

Использование зрительных реакций животных

Было установлено, что зрительные рецепторы крупного рогатого скота не реагируют на цветовую расцветку оборудования, а в основном отрицательно воспринимают резкий перепад контрастов. В процессе исследования процесса погрузки-разгрузки было установлено, что животные отрицательно реагируют на контрастную тень внутри каналов, щелей в полу, резкие контрасты в освещенности по пути следования. Они боятся выходить из полутёмного помещения, где содержались, на ярко освещённую погрузочную площадку. В пасмурную погоду, когда резкие тени отсутствуют и освещённость внутри помещения и на площадке примерно одинакова, животные более спокойно выходят наружу из помещения. Это обстоятельство необходимо учитывать, организуя технологические процессы, связанные с перегонном животных.

Безопасность погрузки и разгрузки животных в автотранспорт

Анализируя характер травматизма и наблюдая на практике погрузку и разгрузку животных при их перевозках автотранспортом, мы пришли к выводу о необходимости изменения самой технологии погрузки и применении таких технологических средств, которые бы не возбуждали в животных агрессивность по отношению к перегоняющим их людям. В результате была разработана новая технология погрузки и разгрузки скота, которая заключается в том, что передвижной трап⁶ устанавливается в воротах помещения, откуда грузятся животные. К трапу причаливает автоскотовоз, и животные прямо из помещения через трап попадают в него.

Конструкция трапа предусматривает перекрытие навозного канала возле ворот, регулировку пола погрузочной площадки по высоте в зависимости от высоты пола скотовоза, регулировку ширины выпускного проема трапа в зависимости от ширины двери скотовоза. На самом трапе предусмотрена защитная зона оператора, отгороженная от прохода для скота столбиками высотой 1 м и с проёмом между ними в 25 см. Столбчатое ограждение пропускает человека, но задерживает животное.

⁶ Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1029933. А01 кл К 29,00 Трап для животных Авторы В.В.Платонов и В.Ф.Савушкин

Нормирование инженерно-этологических решений в проектно-конструкторских и эксплуатационных документах

Практические результаты научных исследований и разработок были защищены на межведомственных комиссиях и стандартизованы в виде целого ряда нормативных документов, обязательных для применения в практике проектно-конструкторских работ, и в виде правил и инструкций для работников животноводческих ферм и комплексов. К числу наиболее значимых документов, не утративших своей актуальности, следует отнести: ГОСТ ССБТ.№12.2.042 Машины и оборудование для животноводства и кормопроизводства. Общие требования безопасности; Инструкция (отраслевая) по технике безопасности при обслуживании быков-производителей;

Правила безопасности при производстве продукции животноводства в системе Госагропрома СССР; РД 10.2.33 ССБТ. Машины и оборудование для животноводства и кормопроизводства. Методы оценки безопасности и эргономичности.

В заключение следует отметить, что для решения многих инженерных и технологических задач, в том числе и по охране труда, не достаёт таких сведений, как величины зон досягаемости опасных органов животных, более полных силовых и скоростных характеристик, характеристик органов чувств, зрения, обоняния, слуха, тактильной и электрической чувствительности, характеристик поведенческих реакций на различные факторы внешней среды, их совокупности, сочетания и диапазонов. Исследования по инженерной этологии в стране и за рубежом продолжаются. Известны, например, технические устройства для отпугивания животных и птиц от охраняемых объектов с помощью ультразвука. Представляется перспективным использование в целях управления безопасным поведением животных различных звуковых сигнализаторов. В наших экспериментах, например, установлено, что под действием звукового давления от специальных акустических устройств (сирен) животные в 4-5 раз быстрее покидают скотовозы закрытого типа, что способствует повышению производительности и безопасности труда. Необходимы новые исследования и разработки по практическому развитию инженерной этологии для накопления банка данных по биологической опасности сельскохозяйственных животных с учетом их видового, породного и половозрастного статуса.

УДК 636.084

UDC 636.084

Г.А. СИМОНОВ

доктор сельскохозяйственных наук, ГНУ Сахалинский НИИСХ РАСХН
E-mail: Gennadiy0007@mail.ru

В.С. НИКУЛЬНИКОВ

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор Орловского государственного университета
E-mail: vsnikul@mail.ru

М.Ш. МАГОМЕДОВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Дагестанского государственного аграрного университета
E-mail: vsnikul@mail.ru

П.А. АЛИГАЗИЕВА

кандидат сельскохозяйственных наук Дагестанского государственного аграрного университета
E-mail: nvs@rekom.ru

G.A. SIMONOV

doctor of agricultural sciences, Institute of Sakhalin Research Institute of Agricultural Sciences
E-mail: Gennadiy0007@mail.ru

V.S. NIKULNIKOV

candidate of agricultural sciences, professor Orel State University
E-mail: vsnikul@mail.ru

M.H. MAGOMEDOV

doctor of agricultural sciences, professor Dagestan State Agricultural University
E-mail: vsnikul@mail.ru

P.A. ALIGASIEVA

candidate of agricultural sciences Dagestan State Agricultural University
E-mail: nvs@rekom.ru

КОЖИЦА И СЕМЕНА ЯБЛОК В РАЦИОНЕ СВИНЕЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДНЯКА*

PEEL AND SEEDS OF APPLES IN THE DIET OF PIGS WHEN GROWING

Авторы предлагают включать в полнорационные комбикорма молодняка свиней кожицу и семена яблок. Установлена наиболее оптимальная ежесуточная доза в рационе поросят от 2-х до 4-х месячного возраста 6%.

Ключевые слова: рацион, кожица и семена яблок, молодняк, среднесуточный прирост, сохранность поросят.

The authors propose to include in animal feed pigs of the skin and seeds of apples. You have the most optimal daily dose in the diet of pigs from 2 to 4 months of age 6%.

Keywords: diet, skins and seeds of apples, young, average daily gain, safety of piglets.

Рост и развитие молодняка свиней зависит от многих факторов, но к основному из них несомненно относится кормление, ему необходимо уделять больше внимания особенно в период выращивания животных с целью получения максимальной продуктивности.

Биологически активные добавки (БАД) – природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для использования в рационах животных в целях увеличения продуктивности. Их делят на нутрицевтики – БАД, обладающие пищевой ценностью, и парафармацевтики – БАД, обладающие выраженной биологической активностью [1].

Питание животных должно обеспечивать постоянный уровень аминокислот, достаточное количество энергии в виде запасов гликогена и АТФ, потребность организма в полиненасыщенных жирных кислотах, в витаминах, макро – и микроэлементах [1, 2].

Недостаток указанных компонентов в рационе можно восполнить за счёт использования биологически активных кормовых добавок [4, 5]. К одной из них можно отнести отходы сокового производства (кожица и семена яблок). Так, по данным исследователей [1] содержание витамина С в выжимках из яблок высокое – 55,08 мг %, а количество β – каротина – 13,3 мг % и витамина В₁₂ – 1,3 мкг %. Кожица и семена яблок (в 100 г) содержат макро – и микроэлементы: Na – 3,0 мг %, K – 305,33 мг %, Ca – 20,0 мг %, Mg – 31,52 мг % и Fe – 4,37 мг %, Mn – 0,43 мг %, Zn – 1,0, Cu – 0,02 мг %, J – 22 мкг % соответственно. Также содержатся белки – 0,175%, липиды – 9,89%, сахара – истинная сумма их 22,8%. Энергетическая ценность кожицы и семян яблок составляет – 236,8 ккал.

Анализ литературных данных показывает, что до настоящего времени зоотехническая наука не располагает достаточным объёмом информации о влиянии отходов сокового производства (кожицы и семян

*Статья подготовлена по результатам выполнения госзадания Орловскому государственному университету на 2012г.(регистрационный номер 4.4544.2011)

яблок) в рационе молодняка свиней при выращивании на их рост, развитие и сохранность. Поэтому изучение этого вопроса является актуальным.

Целью наших исследований являлось изучение влияния добавок разных доз кожицы и семян яблок в рационы молодняка свиней в период выращивания на их рост, развитие и сохранность.

Для этой цели был организован научно-производственный опыт в подсобном хозяйстве ОАО «Газпром» в ООО «Факел». На опыт было отобрано 60 голов молодняка свиней крупной белой породы в возрасте 2-х месяцев, из которых по принципу аналогов сформировали 4 группы. Каждая группа включала в себя 15 голов. Первая группа была контрольной, а вторая, третья и четвертая опытные.

Опыт провели по следующей схеме: (рис. 1).

Схема опыта

Группа	Кол-во голов	Условия кормления
I (контрольная)	15	Полнорационный комбикорм (ОР) без кожицы и семян яблок
II опытная	15	ОР+3% кожица и семена яблок
III опытная	15	ОР+6% кожица и семена яблок
IV опытная	15	ОР+9% кожица и семена яблок

Рис. 1.

Средняя живая масса молодняка при постановке на опыт в группах составляла 17,4 кг. Животные всех групп содержались в типовом свиноматнике. Помещение отвечало всем зоогигиеническим параметрам. Поение поросят осуществлялось из автопоилок.

В период опыта I контрольная группа получала полнорационный комбикорм, составленный по обычному рецепту. Животные II, III и IV опытных групп получали тоже полнорационный комбикорм, но часть его заменяли на кожицу и семена яблок в количестве 3, 6 и 9% соответственно групп. Рационы кормления свиней всех групп в период эксперимента были сбалансированы согласно детализированным нормам РАСХН [3]. Среднесуточные рационы животных за период опыта были рассчитаны на получение 450 г прироста живой массы.

Опыт продолжался в течение 2-х месяцев. Рост и развитие поросят контролировали путём взвешивания. Учёт потребления кормов животными проводили ежедневно. Рост, развитие и сохранность поросят за опыт показаны в (табл. 1).

Анализируя таблицу 1, видим, что лучшие показатели зафиксированы в III опытной группе, где кожица и семена яблок в рационе свиней на выращивании составляли 6%. Абсолютный прирост живой массы в этой группе был выше на 1,2 кг, или на 4,3%, при достоверной разнице ($p < 0,05$), среднесуточный прирост составлял 469 г, или он был больше на 20 г по отношению контрольной группы.

Вторая опытная группа, где в рационе кожица и семена яблок составляли 3%, показатели оказались промежуточные и были выше чем в контроле, но ниже третьей опытной группы.

Самые низкие показатели продуктивности животных отмечены в четвертой опытной группе, где в рационе содержалось 9% кожицы и семян яблок. Среднесуточный прирост в этой группе был ниже на 5 г, а абсолютный прирост живой массы составлял 98,9% к уровню контрольной группы. Это объясняется тем, что доза в рационе молодняка свиней (кожица и семена яблок) в количестве 9% привела к некоторому снижению энергетической питательности, что отрицательно повлияло на среднесуточный и абсолютный прирост живой массы выращиваемых животных.

Следует отметить, что в период опыта животные всех групп поедали корма хорошо и разницы в их потреблении не выявлено. Сохранность поголовья за время опыта составляла 100%.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в полнорационные комбикорма молодняка свиней в возрасте от 2-х до 4-х месяцев следует вводить 6% кожицы и семян яблок, что позволит лучше сбалансировать питание животных и повысить абсолютный прирост живой массы поросят при выращивании на 4,3%.

Таблица 1.

Рост, развитие и сохранность поросят в целом за опыт

Показатель	Группа			
	1 (контроль)	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Количество свиней, гол.	15	15	15	15
Средняя живая масса одного поросёнка при постановке на опыт, кг	17,5±0,12	17,4±0,13	17,3±0,11	17,4±0,14
Средняя живая масса одного поросёнка при снятии с опыта в возрасте 4-е месяца, кг	44,9±0,79	45,5±0,68	45,9±0,61	44,5±0,76
Абсолютный прирост, кг	27,4±0,41	28,1±0,35	28,6±0,32*	27,1±0,39
В % к контролю	100	102,5	104,3	98,9
Среднесуточный прирост, г	449	461	469	444
Сохранность поросят, %	100	100	100	100

*-разница достоверна при ($P < 0,05$)

Библиографический список

1. Салманов М.М., Ибригова Т.А., Мусаева Н.М. Пищевая ценность БАД из дикорастущих ягод и отходов сокового производства // Современные проблемы и перспективы развития животноводства и аквакультуры / Материалы Международной научно-практической конференции, Махачкала. 2012. С.108-116.
2. Венедиктов А.М., Дуборезова Т.А., Симонов Г.А. и др. Кормовые добавки: Справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1992. 192 с.
3. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В., Клейменов Н.И. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: 2003. 456 с.
4. Никульников В.С., Симонов Г.А., Зотеев В.С. Кожицы тыквы в полнорационных комбикормах при выращивании молодняка свиней // Учёные записки Орловского государственного университета, 2013.-№3 (53). С.204-206.
5. Симонов Г.А., Гуревич В.И., Наталевич Л.И., Литвинова Г.Я., Никульников В.С. БАД из кожицы тыквы в рационе лактирующих свиноматок // Комбикорма, 2013. №3. С.68.

References

1. Salmanov MM, Ibrigova T.A., Musaev NM Nutritional value BAD wild berry and waste juice production // Modern problems and prospects of development of animal husbandry and aquaculture / Materials of the International scientifically-practical conference, Makhachkala. 2012. С.108-116.
2. Venediktov A.M., Duborезova T.A., Simonov G.A. and other Fodder supplements: a Handbook. - 2-e Izd., Rev. and extra - M: Agropromizdat, 1992. 192 C.
3. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shcheglov V.V., N.I. and Kleimenov other Norms and rations of feeding of agricultural animals. - M: 2003. -456 C.
4. Nikulnikov V., Simonov G.A., Zoteev OF the Skin of the pumpkin animal fodders in rearing pigs // UchenyeZapiski, Orel state University, 2013.-№3 (53).-S.204-206.
5. Simonov G.A., I. Gurevich, Natalevich, Litvinova GY, Nikulnikov VS BAD peel the pumpkin in the diets of lactating sows // Feed-2013.-№3.-С.68.

УДК 338.439.4:637.1(47+57)

UDC 338.439.4:637.1(47+57)

Н.В. СУХОРУКОВА

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы, инвестиции и кредит» Орловского государственного аграрного университета
E-mail: Suh19751975@mail.ru

N.V. SUKHORUKOV

PhD, associate Professor department «Finance, investment and credit», Orel State Agrarian University
E-mail: Suh19751975@mail.ru

РЫНОК МОЛОКА В РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

MILK MARKET IN RUSSIA STATUS AND TRENDS

В статье рассматривается функционирование и тенденции развития рынка молока и молочной продукции России. Особое внимание уделено анализу современного состояния производства и импорта молока и молочной продукции, объема молочного рынка России в разрезе крупнейших региональных производителей. Выявлены проблемы и перспективы развития рынка молока и молочной продукции России.

Ключевые слова: рынок молока, молочная промышленность, молочная продукция.

This article deals with the functioning the industry of milk and dairy products in Russia. Special emphasis on the current state of production and import of milk and milk products of the dairy market in the context of Russia's largest regional producers. The problems and prospects of development the milk and dairy products in Russia.

Keywords: market milk, dairy industry, dairy products.

Рынок молока и молочной продукции, являясь важной составной частью продовольственного рынка страны, представляет собой сложную и динамично развивающуюся экономическую систему отношений между его хозяйствующими субъектами.

К специфическим особенностям рынка молока можно отнести следующие:

– молоко и молочные продукты являются социально значимыми видами продовольствия, которые должны ежедневно присутствовать в рационе

питания человека, особенно в его детском возрасте, что обязывает государство обеспечить для всего населения как физическую, так и экономическую их доступность;

– возможность производства молока практически во всех регионах страны, что обуславливает сравнительно высокую конкурентность среди его производителей;

– в условиях роста розничных цен на продовольствие, спрос на продукцию рынка характеризуется малой эластичностью на питьевое молоко и цельномолочную продукцию и высокой эластичностью на продукты его переработки (сыры, сливочное масло), что определяет относительно устойчивый спрос на первую группу продуктов на местном уровне;

– молоко – это скоропортящийся продукт, не подлежащий длительному хранению в непереработанном виде, что требует соответствующих каналов реализации и развития сбытовой инфраструктуры (хранения, транспортировки);

– рынку молока, хотя и в меньшей степени, чем другим отдельным рынкам, присуща сезонность производства, что при относительно стабильном спросе определяет необходимость создания запасов сухого молока и других продуктов его переработки.

Как правило, в летние месяцы производство молока возрастает, а потребительский спрос и закупочные цены, наоборот, снижаются. С осени начинается обратный процесс: производство молока идет на спад, а потребление и цены увеличиваются. Летом 2010 года впервые наблюдалась абсолютно нетипичная картина для российского рынка: цены на молоко не претерпели традиционных сезонных изменений, а, напротив, стали выше зимнего периода 2010 года. Причиной этому стала аномальная жара и, как следствие, снижение надоев. Не свойственный рынку в летние месяцы рост закупочных цен вынудил производителей повышать стоимость готовой продукции, что, естественно, отрицательно сказалось на потребительском спросе и привело к конфликту между властями, переработчиками и производителями сырья;

– скоропортящийся характер молока и экологическая незащищенность сферы его производства обуславливает повышенные требования к качеству продуктов его переработки, что определяет необходимость более быстрого обновления стандартов на качество и методы его определения [6].

За последние годы в России наблюдается неоднозначная тенденция в производстве различных видов молочных продуктов (таблица 1).

Продукцию молочной отрасли в целом можно условно разделить на два сегмента: сегмент традиционных продуктов (сметана, молоко, творог, масло, сыр) и новых продуктов (йогурты, десерты, пудинги, ароматизированное молоко).

Сегмент традиционных продуктов в денежном выражении изменяется в соответствии с изменением доходов населения. У этого сегмента есть перспективы роста и в натуральном выражении, так как по-

требление продуктов этого сегмента оценивается как недостаточное в связи с низкой покупательной способностью населения.

Таблица 1.

Производство молока и молочной
продукции, тыс. тонн

Наименование продукции	2010 г.	2011 г.	Темп роста, %
Цельномолочная продукция (в пересчете на молоко)	9993,0	9677,2	96,8
Сыры и продукты сырные	403,6	391,2	96,9
Масло сливочное	191,3	200,1	104,6
Молоко и сливки в твердых фракциях	99,9	126,6	126,7

Сегмент новых молочных продуктов будет активно расти в стоимостном и натуральном выражении при росте доходов населения. Продукты этого сегмента в настоящее время относительно дорогие, что обуславливает низкие по сравнению со странами Европы объемы их потребления. Этот сегмент рынка более привлекателен для крупных компаний, так как они имеют возможность покупать современное дорогое оборудование и обеспечивать более высокую рентабельность производства.

Немаловажное влияние на положение молочной отрасли оказывает политика со стороны государства. Так, например, ощутимым событием в начале 2009 года стало вступление в силу нового технического регламента на молоко и продукты его переработки. Согласно регламенту молоком должна называться только та продукция, которая изготовлена из натурального, цельного молока, а все остальные продукты – молочные напитки, молочный составной продукт, вторичное молочное сырье, заменитель молочного продукта. Однако, термин «молочный напиток» так и не появился на прилавках магазинов. Причиной явилось недоверие потребителей к молочному напитку, поскольку он производится из сухого молока, а значит, не является абсолютно натуральным продуктом. К тому же технология производства иногда не исключает применение растительных жиров, а повышение температур при обработке уменьшает количество микроэлементов и полезных веществ [1].

Несмотря на то, что 14 июля 2010 года Совет Федерации уточнил значение термина «молочный напиток», продукты с таким названием так и не понравились потребителям. Таким образом, во втором полугодии 2010 года выпуск «молочного напитка» существенно снизился, а основные объемы его продаж установились в Дальневосточном регионе, где нет сырого молока [2].

Молоко пользуется популярностью практически у всех категорий населения страны, за исключением тех, кто не потребляет его по медицинским показаниям (таких людей 20 % в России). Молоко покупают представители всех возрастных групп вне зависимости от места проживания и уровня дохода.

В настоящее время абсолютным лидером потре-

бления в России является питьевое молоко, потребление которого на одного россиянина растет (в 2011 году оно составило 35,5 литров). Причем наиболее популярным среди потребителей является пастеризованное молоко, его предпочитают употреблять 72 % покупателей. В два раза меньше потребителей стерилизованного молока. Также не пользуется спросом топленое молоко, которому отдают предпочтение 15 % потребителей [11].

Почти все питьевое молоко в России представлено продукцией отечественного производства. На ее долю приходится 99,4% совокупного объема рынка. Крупнейшими региональными рынками питьевого переработанного молока являются Центральный федеральный округ (доля в розничных продажах – 42,0%) и Приволжский ФО (17,2%). Наименьший объем розничных продаж молока характерен для Дальневосточного (3%) и Северо-Кавказского (2,6%) федеральных округов. Надо сказать, что в последнем высока доля потребления сырого питьевого молока, надоем которого составляют в этом округе 5,5% от общероссийских показателей.

В региональной структуре российского производства молока в 2010 году 40,7% занимали десять крупнейших регионов. Лидерами являются Краснодарский край (5,8% российского выпуска) и Москва (5,7%), куда молоко привозят для переработки из других регионов. Также велико производство молока в Красноярском крае, Свердловской, Воронежской и Тюменской областях [4].

Доля импортной продукции (без учета молока, произведенного в России, но из импортного сухого сырья) на данном рынке составила 0,6%.

На российских прилавках в последние годы присутствуют молоко и сливки из таких стран, как Эстония, Финляндия, Польша, Франция, Германия, Литва, Дания и Латвия. По объемам экспортируемого питьевого молока и сливок в Россию лидирует Эстония, её доля превышает 36% российского импорта в натуральном выражении, на втором месте – Финляндия, на третьем – Польша. Среди стран, которые потребляют российское молоко, выделяются, главным образом, страны ближнего зарубежья, в частности, Украина, Казахстан, Абхазия и др.

На втором месте – кисломолочные продукты (8,6 кг), на третьем – сыры (3,3 кг), четвертую строчку занимает сливочное масло (2,4 кг). При этом самый продаваемый продукт – кефир. Ежегодно на 40-50% растет спрос на йогурты с кусочками фруктов, также активно завоевывают позиции молочно-соковые коктейли. Из традиционных сегментов хороший рост показывают сыры (твердые и плавленые) – на 15% в год, творожные продукты – на 10-12% в год [3].

Таким образом, молоко и молочные продукты стабильно и уверенно занимают одно из ведущих мест не только в пищевом рационе российских потребителей, но и в структуре их потребительских расходов. По мере роста доходов населения становятся все более популярными инновационные про-

дукты и продукты с коротким сроком хранения.

Согласно результатам исследования российского рынка упакованных молочных продуктов, проведенного компанией Euromonitor International, в 2011 году его объем увеличился на 13% в стоимостном выражении. Это ниже показателя предыдущего 2010 года, когда рост рынка составил 16%.

По прогнозам Euromonitor International, емкость российского рынка упакованных молочных продуктов к концу текущего года составит 609 млрд рублей. Наиболее емким в денежном выражении является сегмент сыров – его доля составляет 39%. Далее следуют сегменты питьевого молочного продукта и кисломолочных продуктов с долями соответственно 24 и 22%. Интересно, что мировая картина выглядит несколько иначе: наибольшую долю потребления занимают питьевое молоко и сыры – на эти сегменты приходится соответственно 39 и 30% в стоимостном выражении.

Среди расходов российских потребителей на молочные продукты наибольшая доля в 2011 году приходилась на сыр и сырные продукты.

Однако это обусловлено не столько значительным потреблением данной продукции, сколько относительно высокой ценой. В категориях «молочные напитки» и «йогурты и другие кисломолочные продукты» разница между среднестатистическими расходами потребителей невелика. Но цена продукции второй категории – в особенности йогуртов – достаточно высока, поэтому ее потребление в натуральном выражении значительно ниже, чем в категории молочных напитков [12].

Потребление питьевого молочного продукта на душу населения в России значительно ниже, чем в странах Западной Европы и в США. Так, если среднестатистический житель Старого Света выпивает в год 49 литров упакованного коровьего молока, а американец – 50 литров, то в России потребление этой продукции составляет около 28 литров на человека. При этом российские показатели потребления незначительно, но выше аналогичных показателей в Восточной Европе и намного выше общемирового потребления, которое составляет 15 литров на одного жителя Земли. Стоит отметить, что такое низкое значение мирового потребления обусловлено незначительным потреблением молочной продукции в жарких и очень холодных странах, а также в странах с неразвитой экономикой и сельским хозяйством, где отсутствует необходимая инфраструктура для переработки, упаковки и хранения этой продукции [9].

Двумя важными тенденциями, наблюдаемыми на российском рынке упакованной молочной продукции, являются рост доли нежирных питьевого молочного продукта и развитие рынка молока длительного хранения (УНТ). Еще в 2006 году доля потребления обезжиренного молока составляла лишь 6% общего объема розничных продаж упакованного молока в натуральном выражении. По прогнозу Euromonitor International, в 2016 году этот показа-

тель приблизится к 9%. Доля молока длительного хранения в настоящее время составляет 33% общего объема розничных продаж молока, а ее рост, по сравнению с 2006 годом, достиг 3%. Уже к 2016 году прогнозируемая доля УНТ-молока составит 38% в натуральном выражении.

Розничные продажи питьевых молочных продуктов будут расти в течение ближайших 5 лет. Категория будет увеличиваться в среднем на неполные 4% в стоимостном выражении – без учета инфляции. При этом самым динамичным будет развитие в наименее насыщенном сегменте ароматизированных молочных напитков, которые в данный момент занимают лишь незначительную часть рынка, однако как относительно новый и функциональный сегмент развиваются стремительно. Высокий 6-процентный годовой рост в денежном выражении прогнозируется и для молочных продуктов длительного хранения [10].

Молочный рынок России, хотя и не демонстрирует значительные темпы роста, но имеет хороший потенциал развития, так как среднестатистическое потребление молока и молочных продуктов населением РФ не превышает рекомендованные ВОЗ нормы. Поэтому будущее предприятий молочной промышленности в регионах – за разработкой и реализацией мероприятий, направленных на создание и продвижение собственной продукции и бренда в рамках определенного региона [7].

Соответственно, позиции, сдаваемые отечественной индустрией по производству молочных продуктов при растущем рынке, восполняются за счет импорта из соседних регионов и других стран (таблица 2).

Стоит отметить, что крупнейшим иностранным поставщиком молочной продукции в Россию является Белоруссия, однако, она экспортирует преимущественно сухое молоко, из которого в России уже выпускается молочный напиток. Поэтому в российском импорте питьевого молока Белоруссия не так выражена, как другие страны [8].

По данным Министерства сельского хозяйства России, в 2012 году сократились объемы импорта (без учета Белоруссии) по маслу сливочному, сухому молоку, что объясняется ростом мировых цен на данные виды молочной продукции.

Таблица 2.

Импорт молочной продукции, тыс. тонн

Наименование продукции	2010 г.	2011 г.	Темп роста, %
Молоко цельное	172,0	184,3	107,2
в т.ч. из Белоруссии	148,3	160,7	108,4
Масло сливочное	97,8	96,0	98,2
в т.ч. из Белоруссии	38,9	37,1	95,4
Сыры и творог	389,9	392,2	100,6
в т.ч. из Белоруссии	116,4	120,6	103,6
Молоко сухое и концентрированное	218,3	167,5	76,7
в т.ч. из Белоруссии	147,8	138,6	93,8

Стоит отметить, что крупнейшим иностранным поставщиком молочной продукции в Россию является Белоруссия, однако, она экспортирует преимущественно сухое молоко, из которого в России уже выпускается молочный напиток. Поэтому в российском импорте питьевого молока Белоруссия не так выражена, как другие страны [8].

По данным Министерства сельского хозяйства России, в 2012 году сократились объемы импорта (без учета Белоруссии) по маслу сливочному, сухому молоку, что объясняется ростом мировых цен на данные виды молочной продукции.

В торговых сетях в большом ассортименте представлены йогурты и десерты, твердые сыры, завезенные из Украины и Белоруссии.

Молочный рынок России в настоящее время достаточно успешно и стабильно развивается. Крупнейшими российскими производителями молока и сливок являются филиалы двух крупнейших молочных холдингов – ОАО «Вимм-Билль-Данн» (ВБД) и ОАО «Компания «Юнимилк». Среди лидеров – «Молочный комбинат Ялutorовский» (Юнимилк), «Тимашевский молочный комбинат» (ВБД), «Молочный комбинат «Липецкий» (Юнимилк), «Аннинское молоко» (ВБД). В сумме на ВБД и Юнимилк пришлось, соответственно, 13 и 10% российского рынка питьевого молока.

Крупнейшим предприятием, не входящим в эти два холдинга, является Останкинский молочный комбинат.

Приход в Россию западных компаний был достаточно активным в 1990-х годах, однако в последние годы они заняли выжидательную позицию. Эксперты отрасли объясняют это тем, что при всей инвестиционной привлекательности ситуация в молочной отрасли довольно рискованная. Крупным мировым молочным игрокам принять решение об открытии в России собственных производств в числе прочих причин мешает крайне слабая техническая оснащенность молочного животноводства. При этом доля западных компаний, присутствующих на российском рынке, мала. Однако за счет грамотного маркетинга их продукция хорошо представлена на рынке. Важными чертами российского молочного рынка на сегодняшний момент являются высокая концентрация и сильные позиции крупных зарубежных игроков. В результате конкуренция между производителями острая, более крупные игроки вытесняют средних и мелких производителей, провоцируя тем самым дальнейшее развитие процесса «олигополизации» на рынке. Однако не стоит забывать, что Россия обладает огромными территориями и не всегда существует возможность перевозки скоропортящейся продукции на большие расстояния, поэтому мелкие производители и «местечковые» заводы будут существовать всегда [5].

Рынок молочных продуктов в среднесрочной перспективе ожидает новый виток конкурентной борьбы между двумя крупными молочными ком-

паниями: «Вимм-Билль-Данн» (Pepsi Co) с одной стороны и Danone-Юнимилк с другой. По мнению некоторых отраслевых экспертов, в результате возможно появление новых брендов и снижение цен на продукцию, поскольку в условиях все еще низкого уровня покупательской способности цена является одним из ключевых факторов при выборе товара. Кроме того, в среднесрочной и долгосрочной перспективах лидеры рынка продолжают расширять область своего географического присутствия, а также приобретать небольших региональных производителей. С уверенностью можно утверждать, что острая конкурентная борьба повлечет за собой если не увеличение рекламных бюджетов крупнейших рекламодателей на молочном рынке, то, по крайней мере, их сохранение на прежнем уровне.

Вместе с тем, состояние российского рынка в ближайшие годы будет обусловлено не столько вступлением в ВТО, и не столько непосредственно динамикой цен, сколько спросом со стороны населения. Для этого отрасли нужны модернизация и инновации. В последнем случае речь идет о том, что сейчас рынок стремится отойти от «натурального» продукта в сторону продукции с большим содержанием биологических добавок, и эти тенденции диктуют сами потребители. Они с огромным удовольствием приняли молочные новинки с добавлением соков и подсластителей. Вместе с тем, подобные вариации производства очень часто приводят к негативным последствиям, которые существенно ударяют по имиджу всей индустрии. В частности, эксперты подсчитали, что порядка 40% молочных продуктов на прилавках магазинов России являются фальсифи-

катом. По мнению экспертов, это связано с тем, что в производстве молока стали больше использовать растительное масло, которое в четыре раза дешевле животного и может содержать вредные ингредиенты.

В 2011 году усиливается государственная поддержка российского молочного рынка. До недавнего времени российские производители молока были обделены вниманием государства, поэтому достаточно долгое время наблюдалось сокращение поголовья молочного стада. Среди факторов, усугубляющих ситуацию в отрасли, наиболее существенными являются рост цен на корма и низкие закупочные цены, что делало молочное производство нерентабельным.

Также необходимость государственной поддержки обуславливается тем, что цикл появления товарного продукта в молочном производстве, в отличие от птицеводства и свиноводства, намного длиннее: корова начинает давать молоко только через два года после своего рождения, а срок окупаемости молочного производства составляет не менее 8-10 лет.

Сейчас различными госпрограммами предусматривается субсидирование процентных ставок по кредитам, компенсация товаропроизводителям приобретения ГСМ. Компенсируются затраты на приобретение молодняка и племенного материала. Среди других мер планируется введение федеральной субсидии на закупку молока в размере 1 рубль за литр. Сейчас такая мера действует лишь в некоторых регионах.

Принимаемые государством меры поддержки животноводов, несомненно, будут стимулировать расширение производства и рост предложения на российском рынке молока.

Библиографический список

1. *Горощенко Л.Г.* Динамика развития российского производства молочных продуктов // Молочная промышленность. №5. 2012. С. 5-6.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.
3. Потребление продуктов питания в России в 2000-2010 гг. // Экономика сельского хозяйства России. № 5. 2011. С.8-10.
4. Регионы. Российская газета 15.09.2011. №205. С.9
5. *Рыбалова Т.И.* Роль импорта в обеспечении населения России молочными продуктами // Молочная промышленность. №6. 2012. С.5-6
6. Рынок молока: реалии и прогнозы // Молочная промышленность. №3. 2012. С. 80-83.
7. Рынок молочной промышленности – кризис и новые ориентиры [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://zakon.ru>.
8. *Тепляков Н.Е.* Молочная промышленность Республики Беларусь // Молочная промышленность. №1. 2012. С. 38-40.
9. *Ушацев И.А.* Обеспечение продовольственной безопасности в контексте глобального партнерства // АПК: экономика и управление. № 11. 2011. С. 11-14.
10. <http://council.gov.ru> .
11. www.gks.ru.
12. www.souzmoloko.ru.

References

1. *Goroshchenko LG* The dynamics of the Russian dairy products // dairy industry. Number 5. 2012. Pp. 5-6.
2. Food Security Doctrine of the Russian Federation. Approved by Presidential Decree of January 30, 2010 № 120.
3. Food consumption in Russia in 2000-2010 gg // Economy of Agriculture of Russia. Number 5. 2011. C.8-10.

4. Regions. Russian newspaper 15.09.2011. № 205. С.9
5. Rybalova TI Import role in the provision of Russian Dairy // dairy industry. № 6. 2012. P.5-6
6. Milk market: realities and forecasts // dairy industry. Number 3. 2012. Pp. 80-83.
7. Market dairy industry - the crisis and new guidelines [electronic resource] / Access mode: [http:// zakon.ru](http://zakon.ru).
8. Teplyakov NE Dairy Industry of the Republic of Belarus // dairy industry. Number 1. 2012. Pp. 38-40.
9. Ushachev IA Food security in the context of a global partnership // AIC: Economics and Management. Number 11. 2011. Pp. 11-14.
10. <http://council.gov.ru>.
11. www.gks.ru.
12. www.souzmoloko.ru.

УДК 338.439.4:633.1(47+57):339.543.622:061.1ВТО

UDC 338.439.4:633.1(47+57):339.543.622:061.1ВТО

А.А. ЦВЫРКО

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы, инвестиции и кредит» Орловского государственного аграрного университета
E-mail: ser2508@rambler.ru

A.A. TSVYRKO

associate Professor Department «Finance, investment and credit», Orel State Agrarian University
E-mail: ser2508@rambler.ru

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВОГО РЫНКА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ВТО

GRAIN MARKET TRENDS IN RUSSIA WTO

В статье рассматриваются актуальные вопросы обеспечения продовольственной безопасности и дальнейшего развития зернового рынка России в условиях ВТО. Приводятся статистические данные, отражающие современное состояние импорта и экспорта зерна в РФ и мире. На основании проведенных исследований выявлены основные проблемы отечественного рынка зерна и даны рекомендации по его развитию.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, рынок зерна, Россия, ВТО, импорт, экспорт.

This paper discusses current issues of food security and the further development of the grain market in Russia in the WTO. Statistical data reflecting the current state of the import and export of grain in Russia and the world. Based on this study identified the main problems of the domestic grain market and make recommendations for its development.

Keywords: food security, grain market, Russia, the WTO, import, export.

Усиление внимания государства к проблемам обеспечения продовольственной безопасности России и необходимости изменения в этой связи стратегических приоритетов государственной политики в сфере АПК связаны с совершенствованием организационно-экономических основ функционирования рынка зерна и продуктов его переработки.

Основополагающим фактором привлекательности на рынке зерна является состояние дел в аграрном секторе, поскольку в отличие от других продовольственных рынков он имеет важное стратегическое значение и определяет уровень продовольственной безопасности страны. Формирование и развитие отечественного зернового рынка связано с ликвидацией ранее существовавшей административно-командной системы управления производством, внедрением принципиально новой модели хозяйствования, изменением национальной зерновой политики.

Российский рынок зерна сейчас находится на

стадии формирования. Он существенно уступает по экономическим характеристикам рынкам зерна стран с развитой рыночной экономикой. На современном этапе сформированы механизмы и инструменты, которые должны минимизировать негативные последствия для отрасли в связи со вступлением в ВТО и обеспечить устойчивое функционирование зернового производства России.

Исторически зерновое производство является основой устойчивого функционирования национального продовольственного сектора, носит системообразующий характер для других отраслей экономики [1].

В настоящее время российский зерновой рынок характеризуется следующими негативными тенденциями:

- нестабильностью и неравномерностью удовлетворения спроса по регионам;
- нерегулируемостью поставок зерна из зернопроизводящих регионов;

– отсутствием прогнозирования органами исполнительной власти объемов предложения и транспортно-логистической на региональном рынке.

Толчком развития рынка зерна стала поэтапная реализация государством Программы «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы».

На протяжении последних 12 лет, начиная с 2000 г. (за исключением 2010 г.), валовой сбор зерна увеличивался в среднем на 7% в год, однако, он все еще отстает от показателей, достигнутых в стране еще в 1978 г. – 127 млн. т.

Принято считать, что рациональная норма обеспечения зерном — одна тонна на душу населения в год. Поэтому, чтобы обеспечить потребности населения России в хлебе, хлебобулочных изделиях, и промышленности, использующую зерно для переработки, и животноводство, необходимо производить 140 млн. т зерна.

Доктриной продовольственной безопасности, утвержденной Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120, определены пороговые значения собственного производства по основным видам продовольствия: зерна – 95%, мяса – 85%, молока и молочных продуктов – 90%.

Россия обладает необходимой базой для производства всех видов зерновых культур. Выращиванием зерновых культур занимается более 8000 предприятий. Услуги по хранению и складированию зерна оказывают около 800 предприятий. Оптовой торговлей зерном на территории России занимается не менее 6000 предприятий.

Рынок зерна складывается из внутреннего (70-85%) и внешнего (15-30%).

На внутреннем рынке зерно используется для производства хлеба, хлебобулочных и макаронных изделий; фураж – на корм животным, птицам, в крахмалопаточной и спиртовой промышленности; существует семенной фонд. Сегодня внутреннее потребление зерна уменьшается, так как сокращается потребление хлеба населением, идет замена зерновой части комбикормов другими ингредиентами, а также сокращается поголовье крупного рогатого скота и свиней. Внутреннее потребление зерна колеблется (по разным источникам) от 63 до 75 млн. т в год.

Внешний рынок – это экспорт зерна, включающий торговлю зерном и мукой, а также оказание гуманитарной помощи. Этот рынок контролируется государством. Участниками рынка являются производители зерна и продуктов его переработки, покупатели, общественные организации (Российский Зерновой Союз, Союз производителей зерна, Союз мукомольных и крупяных предприятий, Объединенная зерновая компания), которые влияют на ценообразование всех участников рынка, порой в зависимости от собственных интересов.

Российским Зерновым Союзом разработан сценарий развития отраслей АПК при вступлении

России в ВТО [3].

Российский Зерновой Союз (РЗС) является членом рабочей группы Минсельхоза России по подготовке законопроекта «О зерне», в рамках которой отстаивает позицию о нецелесообразности возвращения к прежним административным барьерам, а также о включении в законопроект следующих норм:

– о регулировании межотраслевых пропорций (зерновое производство – производители ресурсов), предусматривающих в случае их нарушения автоматическое включение механизма компенсации потерь сельскохозяйственным товаропроизводителям;

– государственном финансировании проведения работ по мониторингу состояния посевов, технологий возделывания зерновых культур, качественных характеристик собранного зерна и обеспечении общедоступности итоговых материалов выполненных работ;

– установлении требований о публичности деятельности хранителей зерна в части стоимости их услуг о цене выкупа зерна, отгрузки-выгрузки с/на транспортных средств и др.

География стран-участников внешнего рынка зерна России и их структура представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Страны-получатели зерновой продукции из России.

Но все же главным участником рынка зерна и продуктов его переработки является государство, определяющее политические аспекты рынка, ценообразование, налогообложение, пошлины.

После отмены запрета на экспорт зерна Россия вернулась на мировой рынок, однако в ряде стран сохраняются барьеры для российских поставок в виде квот Европейского Союза.

Объем экспорта зерновых из России с 1 июля 2012 года составил 7,5 млн. тонн, объем экспорта в октябре ожидается на уровне 2–2,5 млн. тонн зерна. Общий экспортный потенциал РФ по зерновым оценивается РЗС в 16–17 млн. тонн, а реальный показатель составит порядка 14–15 млн. тонн.

Объем урожая зерновых в текущем сельскохозяйственном году, по оценкам РЗС, составит 77–78 млн. тонн в чистом весе, в свою очередь, ранее Министерство сельского хозяйства давало прогноз в 72–73 млн. тонн.

Институт конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР) повысил прогноз на 2012–13 относительно экспортных поставок зерна до 12,2 млн. тонн, из которых 9,5

млн. тонн пшеницы. ИКАР также увеличил свой прогноз урожая зерна в России на 2012–2013 маркетинговый год до 70 млн. тонн в сравнении с предыдущим прогнозом — 69 млн. тонн. Согласно этому прогнозу экспортные излишки составят 10 млн. тонн [4].

В структуре мирового производства зерновых культур Россия занимает четвертое место после США, Китая и Индии (таблица 1).

Таблица 1.

Ключевые параметры мирового рынка зерна в 2010–2011 гг., млн. тонн

Страна	Запасы	Производство	Потребление	Экспорт	Импорт
США	74,7	390,6	328,9	86,2	5,6
Китай	105,7	299,7	297,6	0,9	4,1
Индия	19,3	124,2	122,1	3,8	0,2
Россия	4,2	58,3	57,3	4,3	0,5
Аргентина	2,0	46,9	15,5	28,7	0
Канада	13,5	45,4	27,7	22,0	1,5
Австралия	8,1	40,3	12,1	25,0	0
Украина	4,2	38,5	25,1	12,1	0,1
Казахстан	4,3	11,7	8,2	5,8	0,1
Страны ЕС	47,0	275,9	271,5	32,8	13,8
Всего в мире	399,8	1751,6	1786,5	221,6	25,9

Элеваторные мощности Российской Федерации не превышают 80% от годового валового сбора, хотя, например, в США данный показатель составляет около 200% от объемов годового сбора зерна [2].

В настоящее время общие мощности российских портов по перевалке зерна составляют 22 млн. тонн в год, емкость мощностей по хранению зерна — 118 млн. тонн (на линейные и портовые элеваторы приходится около 32 млн. тонн).

Пути расширения элеваторной базы РФ предусмотрены в Госпрограмме развития сельского хозяйства на период 2013–2020 гг. Вопросы инфраструктуры и логистики агропродовольственного рынка в ней выделены в специальный раздел.

Согласно проекту стратегии развития ОАО «Объединенная зерновая компания» потребности в инвестициях в развитие элеваторных и портовых мощностей в России к 2015 году составят 93 млрд. рублей. Большая часть этой суммы — 75 млрд. рублей будет приходиться на элеваторные мощности. Реализация поставленных задач по увеличению экспортного потенциала страны возможна при увеличении мощностей по хранению и перевалке зерна. Для увеличения элеваторных мощностей компания планирует увеличивать свою долю во входящих в нее элеваторах до 75% или 100% акций для установления полного контроля над ними и включения их в логистическую цепочку.

Кроме того, с этой же целью ОЗК планирует купить элеваторы мощностью 2,8 млн. тонн хранения, в том числе на 2,1 млн. тонн — в Южном федеральном округе. В результате покупки новых элеваторов, а также реконструкции и модернизации имеющихся мощности ОЗК по хранению зерна в 2010 году соста-

вили 3,07 млн. тонн, в 2011 году — 5,92 млн. тонн, в 2012 году — 7,44 млн. тонн, а в 2013 году планируется довести их до 8,44 млн. тонн. Это позволит компании не только эффективно реагировать на рыночную инфраструктуру и исключить сезонную зависимость от наличия свободных емкостей на рынке, но и обеспечить маршрутизацию товарных потоков, сократив при этом затраты на транспортировку до 25%.

Стратегия компании по наращиванию потовых мощностей предусматривает увеличение экспортных мощностей ОЗК с 3,5 млн. тонн в 2009 году до 16 млн. в 2014 году. Этот проект планируется реализовать за счет реконструкции и модернизации имеющихся терминалов, а также за счет строительства и участия в строительстве глубоководных портовых мощностей на Черном море и Дальнем Востоке.

Планы компании в Дальневосточном регионе нацелены на строительство зернового терминала объемом 100 тыс. тонн зерновой погрузочной галереи, причала погрузки насыпных грузов с возможностью одновременной загрузки двух и более судов, а также приэлеваторной железнодорожной инфраструктуры, позволяющей осуществлять маршрутную приемку грузов. Мощности по перевалке зерна на Дальнем Востоке могут составить 4 млн. тонн в год.

Кроме того, ОЗК рассматривает возможность строительства зернового терминала на Черноморском побережье объемом 150 тыс. тонн, а также планирует увеличить экспортный объем перевалки зерна через Ейский портовый элеватор до 1,5 млн. тонн в год, через Новороссийский комбинат хлебопродуктов — до 5 млн. тонн. Калининградский портовый элеватор может быть задействован для увеличения объема перевалки зерна для активизации торговли со скандинавскими странами и странами Западной Африки.

Актуальной проблемой функционирования рынка зерна остаются его железнодорожные перевозки. В целях улучшения функционирования рынка зерна и поддержки цен сельхозпроизводителей установлены льготные железнодорожные тарифы при перевозках зерна до конца 2012 года.

Учитывая, что зерно является социально значимой продукцией для всего агропродовольственного рынка и при этом самым массовым грузом из всей продукции сельского хозяйства, перевозимой железнодорожным транспортом, Российский Зерновой Союз обратился в Федеральную службу по тарифам с предложением о необходимости осуществить перевод зерна из второго тарифного класса в первый тарифный класс в рамках Прейскуранта № 10-01.

В целях поддержки экспорта зерна в страны Дальнего Востока и Юго-Восточной Азии через порт Владивосток принято решение о снижении стоимости услуг при предоставлении вагонов-зерновозов.

Создание Таможенного союза предполагает достаточно радикальные изменения в вопросах тарифной политики на железнодорожном транспорте и в Соглашении о регулировании доступа к услугам железнодорожного транспорта, включая основы та-

рифной политики, подписанном Правительством Республики Беларусь, Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации 09.12.2010г., в котором с 1 января 2013г. предусмотрена унификация железнодорожных тарифов при сохранении возможности дифференциации тарифов по родам грузов, типам и принадлежности вагонов в зависимости от расстояния перевозки, степени загроуженности вагонов.

При этом с 1 января 2013г. исключительные тарифы будут устанавливаться только по согласованию с Комиссией Таможенного союза, что существенно затрудняет использование механизма льготных и исключительных тарифов для стимулирования перевозок зерна из отдаленных регионов Сибири и Южного Урала в зернодефицитные регионы страны и на экспорт.

Рост цен на зерно увеличит стоимость продуктов переработки зерновых, что в результате отразится на ценах продуктов питания. К примеру, увеличение себестоимости комбикормов, на зерновую составляющую которых приходится 60-80%, приведет к повышению стоимости продукции мясных и молочных продуктов.

Традиционно с началом уборочной кампании в стране и увеличением предложения зерна на рынке наблюдается снижение цен, однако сезон 2012–2013 можно назвать исключением. Засушливые явления разной интенсивности способствовали корректировкам прогнозов сбора урожая в сторону уменьшения, что «подогревало» рынок и соответственно способствовало ценовому росту как на внутренних рынках стран, так и на мировых биржах.

Так, пшеница 3-4 класса за июль 2012 года поднялась в цене в среднем на 800-1400 рублей за тонну в зависимости от федерального округа, фуражная

пшеница – на 850-1700 руб. / т, ячмень – на 1000-1800 руб. / т.

Причина все та же — сельхозпроизводители не готовы продавать крупнотоннажные партии зерна, ожидая дальнейшего роста цен, при этом спрос на зерно остается достаточно высоким.

В целях дальнейшего эффективного развития рынка зерна и стабилизации ценовой ситуации на нем Правительством РФ принято решение о начале зерновых товарных интервенций для регулирования общего баланса зерна.

Товарные зерновые интервенции в 2012-2013 гг. будут проводиться в нескольких регионах Сибирского федерального округа целевым образом для закупки мукомольными и комбикормовыми предприятиями. Биржевые торги планируется проводить еженедельно по вторникам и средам с еженедельным объемом на уровне 110 тыс. тонн.

Министерством сельского хозяйства РФ разработаны параметры проведения товарных интервенций зерна, а также составлен реестр хранителей запасов зерна федерального интервенционного фонда с указанием категорий участников биржевых торгов для формирования лотов и направлены государственному агенту — ОАО «Объединенная зерновая компания».

Установлены следующие начальные уровни базовых цен на биржевые торги: пшеница мягкая продовольственная 3 класса — 7600 руб. / тонна с учетом НДС, пшеница мягкая продовольственная 4 класса — 7200 руб. / тонна с учетом НДС. Вместе с тем конечный уровень цен будет определяться в ходе биржевых торгов.

Этот уровень цен позволит стабилизировать ситуацию на внутреннем рынке и не позволит все проданное государством зерно вывезти на экспорт.

Библиографический список

1. Цвырко А.А. Государственное регулирование и поддержка сельского хозяйства за рубежом. // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. Вып. 2., ч. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2011.
2. www.visualrian.ru (библиотека изображений «РИА Новости»)
3. www.zernoviki.ru (информационно-аналитический сайт «Зерновики»)
4. www.agro2b.ru (информационно-аналитический портал в сфере сельского хозяйства)

References

1. Tsyvrko AA Government regulation and support for agriculture abroad. // Proceedings of the Tula State University. Economic and Legal Sciences. No. 2., Part 1. Tula Tula State University Publishing House, 2011.
2. www.visualrian.ru
3. www.zernoviki.ru
4. www.agro2b.ru

УДК 635.656:664.292

UDC 635.656:664.292

Н.В. ШЕЛЕПИНА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры товароведения, экспертизы товаров и
туризма Орловского государственного института
экономики и торговли
E-mail: shel-nv@yandex.ru

N.V. SHELEPINA

candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor of
Commodity Research, Expertise and Tourism Department
Orel State Institute of Economy and Trade
E-mail: shel-nv@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СЕМЕННЫХ ОБОЛОЧЕК ЗЕРНА ГОРОХА

WORKING OUT OF TECHNOLOGY AND QUALITY ESTIMATION OF PEAS SEED COATS PECTINES

Изучены физические свойства семенных оболочек зерна гороха как сырья для получения пектиновых веществ. Представлена впервые разработанная технология извлечения пектина из семенных оболочек зерна гороха, позволяющая осуществлять безотходную переработку побочных продуктов. Проведена оценка выделенных пектинов по органолептическим и физико-химическим показателям. Приведены основные аналитические характеристики пектиновых веществ и показаны перспективы и использования в пищевой промышленности.

Ключевые слова: горох, семенные оболочки, технология, пектиновые вещества, показатели качества, степень этерификации.

Physical properties of pea seed coats as raw material for pectines are studied. The developed technology of pectin extraction from pea seed coats is presented for the first time which allows carrying out waste-free processing of by-products. Estimation of separated pectines according to organoleptic and physicochemical indicators is fulfilled. The basic analytical characteristics of pectines are presented and prospects of their use in food-processing industry are demonstrated.

Keywords: peas, seed coat, technology, pectines, quality indicators, etherification degree.

При переработке зерна гороха образуется значительное количество побочных продуктов, большая часть из которых не используется и, зачастую, даже не утилизируется, загрязняя окружающую среду.

К числу таких отходов относятся, в том числе, и семенные оболочки. Они составляют до 14 % от общей массы зерна и содержат в своем составе ряд ценных компонентов, в том числе, клетчатку, гемицеллюлозу, пектиновые вещества, антиоксидантные белки, незаменимые аминокислоты, крахмал и др. [3, 9].

В связи с мировой тенденцией перехода к здоровому питанию, и, в частности, использованию растворимых пищевых волокон, к которым относится пектин, актуальным является поиск источников пектинсодержащего сырья.

В настоящее время для производства пектиновых веществ, помимо традиционных источников, используют вторичные сырьевые ресурсы – яблочные и цитрусовые выжимки, свекловичный жом, корзинки подсолнечника, хлопковые створки, оболочки семян и орехов, кору хвойных деревьев и т.д. [4, 5, 8].

Проведенные нами ранее исследования показали, что в семенных оболочках зерна гороха содержание пектиновых веществ составляет 2,81-3,01 % [7]. Причем наибольшая доля в составе пектина приходится на нерастворимый протопектин, от содержания которого во многом зависят технологические пара-

метры извлечения пектина и его физико-химические свойства.

Это дает основание рассматривать оболочки зерна гороха, наряду с другими нетрадиционными источниками, как перспективное сырье для получения пектиновых веществ и решения проблемы рационального использования вторичных продуктов переработки зерна гороха.

Целью настоящего исследования являлась разработка технологии извлечения пектина из семенных оболочек зерна гороха и оценка его качества с целью определения перспектив использования в пищевой промышленности.

Объектом исследования являлось зерно сортов гороха Темп и Амиор селекции ГНУ ВНИИ ЗБК (г. Орел), любезно предоставленное селекционерами института. Сорт гороха Темп имеет гладкие семена с прозрачной семенной оболочкой и семядолями желтого цвета с массой 1000 семян – 261,4 г и содержанием семенных оболочек – 7,3 %. Сорт гороха Амиор имеет морщинистые семена с прозрачной семенной оболочкой и семядолями желтого цвета с массой 1000 семян – 201,8 г и содержанием семенных оболочек – 10,6 % (в среднем за ряд лет)..

Оценку измельченных семенных оболочек проводили по следующим физическим показателям: влажность, плотность, насыпная плотность, гидро-

скопичность, влагоудерживающая способность.

Влажность определяли путем высушивания до постоянной массы. Насыпную плотность определяли путем измерения массы определенного количества измельченных семенных оболочек, которые в свободно насыпанном состоянии полностью заполняют емкость определенного объема. Насыпную плотность определяли как отношение массы к объему.

Гигроскопичность определяли путем выдерживания высушенной до постоянной массы пробы в эксикаторе с водой с относительной влажностью воздуха $98,0 \pm 1,0 \%$, с последующим взвешиванием и высушиванием до постоянной массы.

Влагоудерживающую способность определяли путем смешивания с дистиллированной водой, гомогенизации с последующим центрифугированием смеси. По разности добавленной воды и отцентрифугированной жидкости определяли объем абсорбированной воды. Влагоудерживающую способность (%) определяли по формуле: $\text{см}^3 \text{ абсорбированной воды} / \text{масса навески} \times 100$.

Крупность помола семенных оболочек зерна гороха определяли путем просеивания через набор лабораторных сит согласно ГОСТ 27560-87.

Исследование органолептических и физико-химических показателей качества пектина проводили по ГОСТ 29186-91.

При органолептической оценке помещали часть пробы пектина на лист белой бумаги и визуально устанавливали форму частиц, цвет, запах и вкус. Посторонние примеси, видимые невооруженным глазом, определяли визуально.

Массовую долю влаги определяли путем высушивания при температуре 103°C .

Степень этерификации пектина оценивали триметрически, определяя свободные и, после омыления, этерифицированные карбоксильные группы полигалактуроновой кислоты в очищенной от растворимых балластных примесей и катионов навеске препарата пектина.

Нитраты определяли путем их восстановления нитриты и измерения интенсивности окраски фотокolorиметрическим методом.

Массовую долю волокнистой фракции оценивали путем просеивания 100 г пектина через сито почвенное с тканой проволочной сеткой 0,5 и взвешивания остатка на сите, соответствующего содержанию волокнистой фракции в процентах.

Определение pH 1%-ного раствора пектина проводили путем растворения пектина в дистиллированной воде с последующим нагреванием в течение 10...15 мин при температуре $50...60^\circ\text{C}$, декантацией от нерастворимого остатка и определением pH с помощью преобразователя ионометрического И-500.

Массовую долю балластных веществ, чистого пектина, свободных и метоксилированных карбоксильных групп, ацетильных групп, зольность определяли по Е.В. Аверьяновой и Р.Ю. Митрофанову[1].

Оценку показателей безопасности и микробио-

логических показателей пектинов проводили по общепринятым для пищевых продуктов методам.

Подготовка семенных оболочек зерна гороха к выделению пектиновых веществ заключалась в их очистке от механических примесей; при влажности более 8,0 % – сушке при температуре не более 80°C ; хранении и измельчении. Высушивание семенных оболочек с использованием мягкого температурного режима является определяющим в технологическом процессе подготовки высококачественного пектин-содержащего сырья.

Нами установлено, что семенные оболочки зерна гороха, предназначенные для извлечения пектиновых веществ, могут храниться в течение 12 мес. при относительной влажности воздуха не более 70 % и температуре $+5...20^\circ\text{C}$. В этих условиях не происходит существенных изменений в качестве и выходе пектина.

Таким образом, при организации производства пектина из семенных оболочек зерна гороха обеспечивается круглогодичная работа предприятия по получению пектина.

Как известно, семенная оболочка зерна гороха состоит из эпидермиса – ряда толстостенных столбчатых клеток, расположенных перпендикулярно к поверхности семени (палисадных клеток). Наружная стенка эпидермиса покрыта кутикулой, слабо проницаемой для воды. За эпидермисом располагается ряд гиревидных клеток (гиподерма) и несколько слоев паренхимы[6]. По данным Д. Брассарас соавт., пектин локализуется в стенках клеток паренхимной ткани оболочек зерна гороха [2].

В связи с этим для улучшения процесса экстрагирования пектиновых веществ из семенных оболочек необходимо предварительно их измельчить. Нами установлено, что измельчение оболочек зерна гороха до частиц размером не более 1 мм способствует наиболее полному извлечению пектиновых веществ из подготовленного сырья.

При влажности 7,75-7,60 % измельченные семенные оболочки зерна гороха характеризовались невысокой плотностью и достаточно высокой, по сравнению с другими видами пектинсодержащего сырья, насыпной плотностью (таблица 1), что позволяет экономить площади складских помещений при хранении данного сырья.

Вместе с тем семенные оболочки отличались повышенной гигроскопичностью и влагоудерживающей способностью (ВУС), что обусловлено присутствием в сырье, в том числе, пектиновых веществ. Измельченные оболочки зерна гороха сорта Амиор были более гигроскопичны, чем оболочки сорта Темп. Однако ВУС сырья, полученного из зерна гороха сорта Темп, была на 40,8 % выше, чем сырья из зерна сорта Амиор.

Таблица 1.

Физические свойства измельченных
семенных оболочек зерна гороха

Наименование показателя	Семенные оболочки зерна гороха сорта	
	Темп	Амиор
Влажность, %	7,75±0,05	7,60±0,10
Плотность, г/см ³	0,49±0,01	0,52±0,01
Насыпная плотность, г/дм ³	563,80±2,15	585,25±2,40
Гигроскопичность, %	6,9±0,01	8,0±0,00
Влагоудерживающая спо- собность (ВУС), %	357,36±1,46	316,56±1,50

Такие физические свойства измельченных семенных оболочек определяют условия их хранения, а именно, необходимость дополнительного высушивания при влажности более 8 % и хранения при относительной влажности воздуха не более 70 %.

В зависимости от особенностей исходного сырья экстрагирование пектиновых веществ производят органическими (лимонная, щавелевая, уксусная и др.) и минеральными (соляная) кислотами в различных концентрациях, молочной сывороткой, щавелево-кислым аммонием, ферментными препаратами и т.д.

Нами в качестве гидролизующего агента был использован раствор соляной кислоты, обладающей наибольшей реакционной способностью [4].

Гидролиз-экстрагирование пектиновых веществ из оболочек зерна гороха проводили 2%-ным водным раствором соляной кислоты при гидромодуле 1:7; pH среды – 1,2...1,5; температуре гидролизующей смеси – 75...78°C; продолжительности гидролиза – 110...120 мин. В этих условиях обеспечивался наибольший выход пектиновых веществ из оболочек зерна гороха.

По окончании гидролиза гидролизат центрифугировали в течение 10 мин при 3000 об./мин с получением твердой фазы и пектинового экстракта. Твердую фазу многократно промывали водой до pH 7,0, высушивали и просеивали, получая нерастворимые пищевые волокна.

Пектиновый экстракт охлаждали до комнатной температуры. Он имел желтовато-коричневый цвет, обусловленный присутствием в семенных оболочках зерна гороха незначительного количества красящих и фенольных соединений.

Коагуляцию пектина проводили этиловым спиртом при температуре + 2...8°C до формирования компактного осадка. Такая обработка способствовала удалению сопутствующих балластных веществ и более полному извлечению пектиновых веществ. Образовавшийся пектин отделяли от спиртового раствора путем фильтрования, получая пектин светло-кремового цвета.

Затем пектин очищали, последовательно обрабатывая этиловым спиртом 70 и 96% об.

Полученный пектин выкладывали тонким слоем и высушивали при температуре + 18...20°C до влажности не более 13 %. Затем измельчали до частиц размером не более 0,5 мм и просеивали через сито

из шелковой ткани №140, получая порошок светло-желтого цвета, который упаковывали в бумажные пакеты.

Хранение пектина осуществляли при температуре +5...20°C и относительной влажности воздуха не более 70 % вследствие его высокой гигроскопичности. Продолжительность хранения пектина, согласно ГОСТ 12003-76, составляла не более 12 мес.

По органолептическим показателям качества выделенные пектины соответствовали требованиям, предъявляемым к пищевому пектину. Они представляли собой порошок тонкого помола светло-желтого цвета, что свидетельствует о достаточно глубокой степени очистки от сопутствующих веществ в процессе извлечения. Вкус был также свойственный пектинам – кисловатый.

Исследование физико-химических показателей качества пектинов из семенных оболочек зерна гороха показало, что они характеризуются достаточно высокой влажностью – в среднем 12,38 % (табл. 2).

Таблица 2.

Физико-химические показатели качества
пектинов из семенных оболочек зерна гороха

Наименование показателя	Пектин из семенных оболочек гороха сорта	
	Темп	Амиор
Массовая доля влаги, %	12,29±0,04	12,46±0,02
Массовая доля общей зола, %	0,97±0,01	0,98±0,01
Массовая доля азота, %	0,88±0,00	0,86±0,00
Массовая доля нитритов в расчете на ион NO ₂ , %	0,06±0,00	0,05±0,00
Посторонние примеси, видимые невооруженным глазом	отсутствуют	отсутствуют
Массовая доля частиц во- локнистой фракции разме- ром более 0,5 мм, %	8,7±0,05	9,1±0,04

В незначительном количестве – менее 1 % – в них содержатся зольные элементы и белковые вещества, что соответствует международным требованиям к пищевому пектину [4]. Массовая доля нитритов также не превышала нормируемого ГОСТ 29186-91 значения – 0,18 %. Посторонние примеси в пектиновых порошках отсутствовали. Массовая доля волокнистой фракции размером более 0,5 мм также была значительно ниже нормы.

Существенных отличий в физико-химических показателях пектинов в зависимости от сорта гороха нами выявлено не было.

Исследование основных характеристик пектинов, определяющих их пригодность к пищевому использованию, показало, что доля чистого пектина в них составила 77,37 (Темп) и 78,00 % (Амиор), а содержание балластных веществ – 16,04 и 15,31 %, соответственно (таблица 3).

Таблица 3.
Характеристика пектинов из семенных оболочек зерна гороха

Наименование показателя	Пектин из семенных оболочек гороха сорта	
	Темп	Амиор
Содержание чистого пектина, %	77,37±0,10	78,00±0,12
Содержание балластных веществ, %	16,04±0,04	15,31±0,02
pH 1%-ного (водного) раствора пектина □	3,40±0,01	3,50±0,01
Степень этерификации, %	61,81±0,21	63,03±0,18
Содержание свободных карбоксильных групп, %	7,20±0,01	7,02±0,01
Содержание этерифицированных групп, %	11,66±0,02	11,97±0,04
Содержание ацетильных групп, %	0,38±0,001	0,41±0,001
Содержание метоксилированных карбоксильных групп, %	11,28±0,02	11,56±0,01
Содержание карбоксильных групп, %	18,48±0,02	18,58±0,04

Кислотность 1%-ных водных растворов исследуемых пектинов составила, соответственно, 3,4 и 3,5 единиц pH, что согласуется с данными по пектинам из других видов сырья.

Важнейшим показателем, характеризующим качество пектина и направления его использования, является степень этерификации (метоксилирования), определяющая такие свойства пектиновых веществ, как растворимость, студнеобразование, способность вступать в реакцию с ионами металлов. Согласно ГОСТ Р 51806-2001, высокоэтерифицированным называется пектин, в котором степень этерификации карбоксильных групп в молекуле полигалактуроновой кислоты равна или более 50 %.

Степень этерификации анализируемых пектинов из оболочек зерна сортов Темп и Амиор составила, соответственно, 61,81 и 63,03 %, что также позволило отнести их к высокоэтерифицированным, и указывает на высокую студнеобразующую способность. Содержание этерифицированных групп в исследуемых пектинах было достаточно высоким – 11,66-11,97 %. Это свидетельствует об их хороших желеобразующих свойствах, так как для желеобразующего пектина установлена норма содержания метоксильных групп не ниже 7 %[1], и обуславливает высокую молекулярную массу.

Общее содержание карбоксильных групп в пектиновых порошках из оболочек гороха составило

18,48 (Темп) и 18,58 % (Амиор), доля свободных карбоксильных групп – 7,20 и 7,02 %, а доля метоксилированных карбоксильных групп – 11,28 и 11,56 %, соответственно.

Присутствие значительного количества свободных карбоксильных групп указывает на хорошую комплексообразующую способность пектинов.

Содержание ацетильных групп в исследуемых пектинах из оболочек зерна гороха было сравнительно невелико – 0,38-0,41 %, что не оказывает существенного влияния на их студнеобразующую способность.

Сравнивая качественные характеристики пектинов из семенных оболочек гладкозерного (Темп) и морщинистого (Амиор) сортов гороха, можно отметить, что пектин из семенных оболочек сорта Амиор отличается более высокими значениями выхода чистого пектина, степени этерификации и содержания карбоксильных групп, при меньшем содержании балластных веществ. Однако, в целом, отличия между пектиновыми веществами, выделенными из оболочек зерна с различным типом семян, несущественны. Поэтому технологически оправданным является производство и использование в пищевой промышленности пектинов из оболочек обоих сортов.

Оценка показателей безопасности и микробиологических показателей пектинов из семенных оболочек зерна гороха показала, что они полностью соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Радионуклиды в их составе обнаружены не были. Содержание тяжелых металлов не превышало допустимых значений. Это указывает на возможность использования анализируемого сырья в пищевых целях.

Таким образом, разработанная нами технология извлечения пектинов из семенных оболочек зерна гороха позволит осуществлять безотходную переработку вторичного сырья, не используемого ранее, получая пектин высокого качества и дополнительно выделяя нерастворимые пищевые волокна; решить проблему утилизации отходов производства, повышая степень его экологизации; расширить сырьевую базу для производства пектина.

Качественные характеристики пектиновых веществ, выделенных из семенных оболочек зерна гороха, соответствуют требованиям пищевой промышленности к высокоэтерифицированным пектинам и определяют целесообразность их использования в качестве желеобразующих веществ в составе пищевых продуктов функционального назначения.

Библиографический список

1. Аверьянова Е.В., Митрофанов Р.Ю. Пектин. Получение и свойства. Бийск: Изд-во Алт. гос. тех. ун-та, 2006.
2. Брассар Д., Жоссан В., Швайцер Т., Брен Т. Пат. 2248728 Российская Федерация, МПК А23Л1/29, А23Л1/308. Волокнистая смесь для энтеральной композиции; заявитель и патентообладатель СОСЬЕТЕ ДЕ ПРОДЮИ НЕСТЛЕ С.А. (СН). №2001119479/13; заявл. 15.12.1999; опубл. 27.03.2005.
3. Дудкин М.С. Химические методы повышения качества кормов и комбикормов. М.: Агропромиздат, 1986.
4. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. М.: ДеЛи принт, 2007.

5. Дробицкая З.И., Щербакова Е.В. Плодовая оболочка черного ореха (*JuglansNigra*L.) – перспективное сырье для получения пектиновых веществ. Известия Вузов. Пищевая технология 2012; 1: 15-16.
6. Макашева Р.Х. Культурная флора СССР. Т.4. Зерновые бобовые культуры. Ч.1. Горох. Л.: Колос, 1979.
7. Шелепина Н.В., Полянкова Н.Э., Паришутина И.Г. Исследование химического состава и безопасности оболочек зерна современных сортов гороха. Вестник КрасГАУ 2013; 8: 90-94.
8. Щербакова Е.В. Семенная оболочка сои как источник пектиновых веществ. Известия ВУЗов. Пищевая технология 2006; 1: 13-14.
9. Troszynska A., Kubicka E., Kozłowska H. Superoxide dismutase activity of pea (*Pisum sativum* L.) hull. Czech J. Food Sc. 2000; 18: 90-91.

References

1. Averjanova E.V., Mitrofanov R. JU. Pectin. Production and Properties. Biysk: Publishing House of Altay State Technical University, 2006.
 2. Dudkin M.S. Chemical Methods of Quality Improvement of Forages and Mixed Fodders. M.: Agropromizdat, 1986.
 3. Donchenko L.V., Firsov G.G. Pektin: Basic Properties, Manufacture and Application. M.: DeLi Print, 2007.
 4. Drobitskaya Z.I., Scherbakova E.V. Fruit Coat of black nut (*Juglans Nigra* L.) as a Perspective Raw Material for Pectines Production. News of High Schools. Food Technology 2012; 1: 15-16.
 5. Makasheva R.H. Cultivated flora of the USSR. T.4. Cereal Leguminous Crops. Part.1. Pea. L.: Kolos, 1979.
 6. Brassar D., Jossan V., Shwaitzer T., Bren T.Pat. 2248728 Russian Federation, МПКА23L1/29, A23L1/308. Fibrous Mix for Enteral Composition; Applicant and Patent Holder SOCIETE DE PRODUCE NESTLE C.A. (CH). №2001119479/13; Appl. 15.12.1999; Publ. 27.03.2005.
 7. Shelepina N.V., Polynkova A.E., Parshutina I.G. Research of Chemical Composition and Safety of Modern Pea GradesCoats. Bulletin KrasGAU 2013; 8: 90-94.
 8. Scherbakova E.V. Soya Seed Coat as a Source of Pectines. News of High Schools. Food technology. 2006; 1: 13-14.
 9. Troszynska A., Kubicka E., Kozłowska H. Superoxide dismutase activity of pea (*Pisum sativum* L.) hull. Czech J. Food Sc. 2000; 18: 90-91
-
-

УДК 616.248-092

UDC 616.248-092

В.А. БАТУРИН

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой
клинической фармакологии, аллергологии и иммуно-
логии Ставропольского государственного медицин-
ского университета

E-mail: v_baturin@mail.ru

О.Ю. ПОЗДНЯКОВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры об-
щей врачебной практики Ставропольского государ-
ственного медицинского университета

E-mail: oxana_stav@mail.ru

V.A. BATURIN

doctor of medical Sciences, Professor, head, Department
of clinical pharmacology, allergy and immunology,
Stavropol state medical University

E-mail: v_baturin@mail.ru

O.U. POZDNYAKOVA

candidate of medical Sciences, associate Professor,
Department of General medical practice, Stavropol state
medical University

E-mail: oxana_stav@mail.ru

МИКОГЕННАЯ СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ У ПАЦИЕНТОВ С КОНТРОЛИРУЕМОЙ И НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

MIKOGENNY SENSITIZATION IN PATIENTS WITH CONTROLLED AND UNCONTROLLED BRONCHIAL ASTHMA

Проведено комплексное лабораторное обследование 106 больных с контролируемой и неконтролируемой бронхиальной астмой. У пациентов с различной степенью контроля заболевания определены очень высокие и высокие уровни специфических IgE и IgG к различным грибковым аллергенам. Наиболее клинически значимая грибковая сенсibilизация отмечалась у пациентов с тяжелой неконтролируемой бронхиальной астмой.

Ключевые слова: контролируемая и неконтролируемая бронхиальная астма, микогенная сенсibilизация, специфические грибковые IgE и IgG.

Complex laboratory examination of 106 patients with controlled and uncontrollable bronchial asthma is conducted. At patients with various extent of control of a disease very high and high levels of specific IgE and IgG to various fungoid allergens are defined. Most clinically the significant fungoid sensitization was noted at patients with heavy uncontrollable bronchial asthma.

Keywords: controlled and uncontrollable bronchial asthma, mikogenny sensitization, specific fungous IgE and IgG.

Введение: бронхиальная астма (БА) является глобальной медицинской проблемой. Это связано с высокой распространенностью, риском смерти, значительной стоимостью лечения и выраженным негативным влиянием на качество жизни пациентов и их близких. Тяжелая неконтролируемая БА наиболее сложна и наименее предсказуема в своем течении. Сегодня одним из ведущих патогенетических механизмов возникновения и тяжелого течения БА считают сенсibilизацию. В настоящее время у пациентов с БА возросла встречаемость поливалентной сенсibilизации к бактериальным, пищевым и грибковым аллергенам, что клинически выражается неконтролируемым течением заболевания и уменьшением эффективности базисной лекарственной терапии [1, 5, 6].

Необходимо отметить, что в настоящее время известно более 500 видов грибов, способных сенсibilизировать человека, не приводя к развитию микоза. Это могут быть как грибы-сапрофиты, так и грибы-паразиты. Грибы являются обязательным компонентом вдыхаемого человеком воздуха: они есть как в бытовой пыли, так и в уличной. Контакт с грибами может вызывать три состояния: носительство, инвазию и/или аллергическое заболевание.

Микогенная БА может развиваться по типу атопической или инфекционно-зависимой, когда обострение связано с периодическим поступлением антигена в организм, в том числе и в связи с эндогенной сенсibilизацией, обусловленной локальной легочной или экстрапульмональной инфекцией. Колонизация грибами слизистой оболочки дыхательных путей, а тем более грибковая инфицированность, приводит к нарастанию проявлений обструктивного синдрома и прогрессированию БА. Микогенная БА отличается тяжелым течением и часто необходимостью применения системных и ингаляционных кортикостероидов. С другой стороны, длительное применение глюкокортикостероидов может способствовать развитию микотической инфекции, которая способна дополнительно усилить клинические проявления микогенной аллергии. Лечение же грибковой инфекции позитивно влияет на течение астмы [8-10].

Наиболее значимыми для БА являются грибы следующих родов:

- *Penicillium* (один из первых грибов, для которых доказана этиологическая роль при БА);
- *Alternaria* (с гиперчувствительностью к нему ассоциируется тяжелая и фатальная БА);

• *Aspergillus* (параллельно с БА может протекать бронхолегочный аспергиллез);

• *Fusarium* (по данным некоторых исследователей является наиболее частой причиной сенсibilизации), а также – *Cladosporium*, *Candida*, *Mucor*, *Rhizopus* и другие.

Недостаточно изученным сегодня остается вопрос частоты и характера грибковой сенсibilизации у больных БА с различной степенью контроля для совершенствования диагностики и лечения этого заболевания.

Цель исследования: оценка частоты и характера грибковой сенсibilизации у больных с БА.

Материалы и методы: обследовано 106 пациентов БА в возрасте от 25 до 67 лет. Диагноз БА, определение ее степени тяжести и контроля проводили на основании критериев GINA, 2011. Пациентам было проведено стандартное клинико-лабораторное, функциональное, рентгенологическое и аллергологическое обследование. Аллергологическое исследование включало в себя: сбор анамнеза, определение общего IgE количественным методом (диагностические наборы НПО «Иммунотэк», Россия); определение уровней специфических иммуноглобулинов IgE и IgG полуколичественным методом к грибковым аллергенам (*Alternaria tenuis*, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium chrysogenum*, *Candida albicans*, *Fusarium oxyspora*, *Mucor pusillus*).

При этом уровни иммуноглобулинов IgE определялись в диапазонах (классах): 0 – от 0 до 0,35 Кед/л; 1 – от 0,35 до 1 Кед/л; 2 – от 1,0 до 3,5 Кед/л; 3 – от 3,5 до 17,5 Кед/л; 4 – от 17,5 до 50 Кед/л. Содержание IgG оценивалось в диапазонах (классах): 0 – до 0,2 мкг/мл; 1 – от 0,2 до 1 мкг/мл; 2 – от 1 до 10 мкг/мл; 3 – от 10 до 20 мкг/мл; 4 – от 20 до 50 мкг/мл.

Выделяли две группы больных: 1 группа – пациенты с тяжелой неконтролируемой БА (n=68) и 2 группа – пациенты с контролируемой БА (n=38). Оценивали выраженность грибковой сенсibilизации, ориентируясь на данные клинического и иммунологического обследования. Достоверность различий между группами оценивали с помощью критерия Фишера.

Результаты: признаки грибковой сенсibilизации были выявлены у 86 пациентов из 106 обследованных. В анамнезе у большинства больных (77% от всех больных с установленной грибковой аллергией) присутствует длительная грибковая экспозиция – это проживание с детского или юношеского возраста на первом этаже, в сыром, полуподвальном помещении, старом деревянном доме или в квартире с плесенью (в ванной комнате, на кухне и т.д.). У некоторых пациентов (24% в нашем исследовании) вероятным источником сенсibilизации являлись условия работы – сырое помещение, постоянно работающие кондиционеры или профессионально вредные факторы.

У 48% больных имелась наследственная отягощенность аллергическими заболеваниями (БА,

аллергический ринит, рецидивирующая крапивница, atopический дерматит). Причем БА чаще дебютировала спустя годы после улучшения жилищных условий или условий работы, а до клинических проявлений астмы обследуемые пациенты отмечали частые простудные заболевания, периодические бронхиты. У больных БА с сенсibilизацией к грибкам в 92,4% был отмечен неоднократный или длительный прием антибактериальных препаратов.

Таблица 1.

Сывороточные уровни специфических микогенных IgE и IgG у больных БА

Аллергены	Класс IgE-АТ (1-4)	Класс IgG-АТ (1-4)
<i>Alternaria tenuis</i>	1(58,5%); 2(28,3%); 3; 4	1; 2(27,4%); 3(59,4%); 4
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1(68,9%); 2; 3; 4	1; 2(30,2%); 3(50,9%); 4
<i>Penicillium chrysogenum</i>	1(53,8%); 2(36,8%); 3; 4	1; 2(19,8%); 3(57,5%); 4(10,4%)
<i>Candida albicans</i>	1; 2(23,6%); 3(65,1%); 4	1; 2; 3(76,4%); 4(20,8%)
<i>Fusarium oxyspora</i>	1(59,4%); 2(16,9%); 3; 4	1; 2(30,2%); 3(39,6%); 4(9,4%)
<i>Mucor pusillus</i>	1(83,9%); 2(8,5%); 3; 4	1; 2(26,4%); 3(55,7%); 4

Большинство пациентов (74,2%) указывали на провокацию приступов затрудненного дыхания при употреблении продуктов брожения: пива, шампанского и вина. Менее четкая реакция отмечалась на употребление плесневых продуктов (старого хлеба, изделия из сдобного теста, нестандартных фруктов и овощей, определенных сортов сыра и т.д.), хотя при строгом соблюдении соответствующей диеты заболевание протекало более благоприятно.

По мнению ряда авторов, иммунный ответ на грибковые аллергены протекает преимущественно по немедленному типу при участии специфических IgE-антител, а повышение их уровня наблюдается у большинства больных БА [2, 7]. В нашем исследовании значимость аллергии к грибкам была подтверждена выявлением антител IgE к *Alternaria tenuis* у 86,8%, *Aspergillus fumigatus* – у 68,9%, *Penicillium chrysogenum* – у 90,6%, *Candida albicans* – у 88,7%, *Fusarium oxyspora* – у 76,3% и *Mucor pusillus* – у 92,4% больных БА (табл. 1).

При этом у 27 пациентов аллергия к грибкам сочеталась с грибковым инфицированием. Грибковая сенсibilизация сопровождалась значительным повышением уровня общего IgE: более 1000 кЕ/л у 49,8%, от 500 до 1000 – у 37,6% пациентов.

По мнению ряда авторов, наиболее распространенными грибами, играющими роль бытовых аэроаллергенов, являются *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.* и *Candida spp.* Механизмы патогенного воздействия дрожжеподобных и плесневых грибов в процессе возникновения и прогрессирования БА связаны, так же как и механизмы патогенного воздействия вирусов и бактерий, с формированием измененных чувствительности и ре-

активности бронхов. Для *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.* и *Candida spp.*, являющихся как бытовыми, так и внешними аллергенами, доказана роль фактора риска возникновения неконтролируемой БА [4, 7].

В нашем исследовании у пациентов с тяжелой неконтролируемой БА сенсibilизация к *Aspergillus fumigatus* по IgE достоверно превышала в 2 раза; к *Penicillium chrysogenum* в 2,6 раза; к *Candida albicans* в 2,4 раза сенсibilизацию в группе пациентов с контролируемой БА (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание в сыворотке крови специфических IgE к грибкам у больных неконтролируемой и контролируемой БА

Аллергены	Класс IgE-АТ (1-4) Неконтролируемая БА (n=68)	Класс IgE-АТ (1-4) Контролируемая БА (n=38)
<i>Alternaria tenuis</i>	1(34,4%); 2(28,3%); 3; 4	1(24,1%); 2; 3; 4
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1(45,93%); 2; 3; 4	1(22,97%); 2; 3; 4
<i>Penicillium chrysogenum</i>	1(36,9%); 2(28,3%); 3; 4	1(16,9%); 2(8,5%); 3; 4
<i>Candida albicans</i>	1; 2(15,1%); 3(48,2%); 4	1; 2(8,5%); 3(16,9%); 4
<i>Fusarium oxyspora</i>	1(29,6%); 2(16,9%); 3; 4	1(29,8%); 2; 3; 4
<i>Mucor pusillus</i>	1(47,1%); 2(8,5%); 3; 4	1(36,8%); 2; 3; 4

У пациентов с тяжелой неконтролируемой БА сенсibilизация к *Aspergillus fumigatus* по IgG достоверно превышала в 2,8 раза; к *Penicillium chrysogenum* в 2,7 раза; к *Fusarium oxyspora* в 2,1 раза; к *Mucor pusillus* в 4,5 раза сенсibilизацию во 2-й группе. Сенсibilизация к *Alternaria tenuis* и к *Candida albicans* по IgG у пациентов 1-й группы превышала в 1,6 раза группу больных с контролируемой БА, но оказалась статистически недостоверной (табл. 3). Причем очень высокий уровень сенсibilизации (4 класса) к *Penicillium chrysogenum* и *Candida albicans* отмечался только у пациентов с неконтролируемой БА.

Таблица 3.

Содержание в сыворотке крови специфических IgG к грибкам у больных неконтролируемой и контролируемой БА

Аллергены	Класс IgG-АТ (1-4) Неконтролируемая БА (n=68)	Класс IgG-АТ (1-4) Контролируемая БА (n=38)
<i>Alternaria tenuis</i>	1; 2(13,7%); 3(36,8%); 4	1; 2(13,7%); 3(22,6%); 4
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1; 2; 3(37,7%); 4	1; 2(30,2%); 3(13,2%); 4
<i>Penicillium chrysogenum</i>	1; 2; 3(37,1%); 4(10,4%)	1; 2(19,8%); 3(17,4%); 4
<i>Candida albicans</i>	1; 2; 3(39,6%); 4(20,8%)	1; 2; 3(36,8%); 4
<i>Fusarium oxyspora</i>	1; 2(13,3%); 3(26,4%); 4(6,8%)	1; 2(16,9%); 3(13,2%); 4(2,6%)
<i>Mucor pusillus</i>	1; 2(13,2%); 3(46,3%); 4	1; 2(13,2%); 3(10,4%); 4

Г.Б. Федосеев с соавторами проводили анализ триггерных факторов, способствующих тяжелому течению астмы и плохому контролю над ней. Для пациентов с atopической БА характерной является выраженная полисенсibilизация к бытовым, бактериальным, пыльцевым и грибковым аллергенам. Несвоевременная диагностика полиаллергии и отсутствие элиминации являются причиной стероидозависимости у 1/4 стероидозависимых больных БА. Сенсibilизация к грибковому аллергену *Alternaria* ассоциируется с очень тяжелой и фатальной астмой [4].

У обследуемых нами больных имелась средняя сенсibilизация по IgE и высокая степень по IgG классу антител к широкому ряду бытовых (домашняя и библиотечная пыль, дафния, шерсть кошки и собаки, перо подушки), бактериальных (*Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus Influenzae*, *Escherichia coli*) и пыльцевых (береза, рожь, райграс, орешник) аллергенов.

Различными исследователями получены очень отличающиеся данные, характеризующие частоту выделения из мокроты грибов и специфической грибковой сенсibilизации [2-6].

Так, С.В. Царев в своем исследовании установил, что пациенты с БА отмечают сенсibilизацию к грибам *Aspergillus* в 29%, к *Penicillium* – 41% и к *Alternaria* 50%. Причем у больных БА с сенсibilизацией к грибам отмечалось преобладание средне-тяжелых и тяжелых форм болезни. Автором были выявлены клинко-аллергологические варианты течения БА с грибковой сенсibilизацией: сенсibilизация без инфицирования, сенсibilизация с сопутствующим микозом и астматическая триада с грибковой сенсibilизацией [5].

По некоторым данным [6], сенсibilизация к плесневым и дрожжеподобным грибам (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Candida*, *Penicillium*, *Cladosporium*) у 66,3% пациентов является причиной развития БА. Кроме того, общая частота сенсibilизации к аллергенам лишь плесневых грибов у детей и взрослых с БА колеблется от 5 до 60%, а у 28% взрослых больных БА из мокроты были выделены грибы рода *Candida spp.*

Изучение уровней аллергенспецифических IgE к *Candida spp.* у больных БА, выполненное в лаборатории Центра клинической фармакологии и фармакотерапии (г. Ставрополь), показало наличие клинически значимых уровней антител у 18% обследованных. Титры IgG оказываются повышенными у 83% пациентов. Обсемененность биосубстратов грибами рода *Candida* у больных БА достигала 59,1%, а инфицированность – 15,3% [2].

В исследовании В.Я. Гармаш и Г.В. Селиванова у 2/3 больных БА в содержимом бронхов были обнаружены *Candida spp.* в количестве, значительно превышающем норму. У 1/3 пациентов, несмотря на отсутствие клинических признаков кандидозной

инфекции, длительное время сохранялись высокие титры антител к *Candida spp.* По мнению авторов, именно у этих больных назначение антибиотиков даже в сравнительно небольших дозах и на короткий срок ведет к развитию кандидоза и более тяжелому течению БА [3].

Характерным признаком грибковой сенсibilизации является реакция на прием различных антибиотиков – это либо ухудшение дыхания, либо отсутствие положительного эффекта от приема антибиотиков (кроме случаев совместного применения с кортикостероидной терапией). Такая реакция встречалась у 89,6% обследуемых нами пациентов БА, причем в основном это были больные с неконтролируемым течением заболевания.

Таким образом, анализ отечественных, зарубежных литературных данных [1, 3-5, 9, 10] и собственных наблюдений позволяют говорить о следующих клинических особенностях БА с микогенной сенсibilизацией:

- в анамнезе у пациентов часто встречаются указания на проживание с детского и юношеского возраста на первом этаже дома, в сыром полуподвальном помещении, старом деревянном доме, в квартире с наличием плесени;
- у больных может иметь место отягощенный профессиональный анамнез (работники сельского хозяйства, библиотекари, аптекари, микробиологи и работники производств, где в технологических процессах применяются грибы: производство сыров, шампанского, некоторых вин, кормовых добавок и т.д.), работа в сыром помещении с работающими кондиционерами;
- до развития клинических проявлений БА у пациентов отмечаются частые респираторные инфекции, рецидивирующие бронхиты, частое лечение антибиотиками;
- обострения БА также часто возникают при по-

сещении сырых помещений, подвалов, овощехранилищ, архивов с документами, библиотек, бассейнов, осеннего леса, где отмечается высокая концентрация спор плесневых грибов;

- при сенсibilизации к грибам рода *Candida* обострения БА могут возникать при употреблении в пищу продуктов, содержащих грибы (сыры с плесенью, пиво, шампанское, вина, изделия из сдобного теста);
- для таких больных характерно тяжелое течение БА с частыми рецидивами и короткими ремиссиями, нередкими летальными исходами, частыми случаями госпитализации;
- часто БА сочетается с грибковыми поражениями кожи, ногтей, волос у пациентов с атопией, системными микозами у лиц с иммунодефицитными состояниями;
- микогенная сенсibilизация часто ассоциируется с аспиринной астмой и сочетается с аллергическим ринитом, атопическим дерматитом;
- у пациентов часто отмечается эозинофилия мокроты, крови и значительное повышение уровня общего IgE;
- длительное применение глюкокортикостероидов может способствовать развитию микотической инфекции, которая способна дополнительно усилить клинические проявления микогенной аллергии.

1. Выводы. Грибковая сенсibilизация является довольно характерным признаком у пациентов БА с различной степенью контроля.

2. Для этиологической диагностики обострения БА и предсказания тяжелого неконтролируемого течения заболевания информативным является определение уровней специфических грибковых IgE и IgG в крови.

3. Наиболее высокие уровни сенсibilизации у больных с неконтролируемой БА отмечаются к грибам рода *Candida*.

Библиографический список

1. Аак О.В. Аллергены грибов. Особенности микогенной сенсibilизации. Проблемы медицинской микологии 2005; Т. 7: № 2: С. 12-16.
2. Батулин В.А., Щетинин Е.В. Современные аспекты антибиотикотерапии респираторных инфекций. Ставрополь: изд-во СтГМА, 2002. С.208
3. Гармаш В.Я., Селиванова Г.В. Грибы рода Кандида и специфическая сенсibilизация при бронхиальной астме//Сб. науч. трудов ЛенГИДУВ им С.М. Кирова. Л., 1982. С. 76-78.
4. Многоликая бронхиальная астма, диагностика, лечение и профилактика/ под ред. Федосеева Г.Б., Трофимова В.И., Петровой М. А. СПб: Нордмедиздат, 2011. С.287-289.
5. Огородова, Л.М. Некоторые аспекты резистентности к стандартной базисной терапии. Пульмонология 2004; 2: 69-74.
6. Позднякова О.Ю., Батулин В.А. Особенности пищевой, бактериальной и микогенной сенсibilизации у пациентов с неконтролируемой бронхиальной астмой. Российский аллергологический журнал, 2013; 2: 235-236.
7. Соболев А.В. Микогенная аллергия (этиология, патогенез, клиника, диагностика, лечение и профилактика// Аллергология. Частная аллергология / А. В. Соболев, Н. В. Васильева. СПб.: Нордмедиздат, 2001. Т. 2. С. 200-211.
8. Царев С.В. Роль различных триггерных факторов у больных бронхиальной астмой с грибковой сенсibilизацией. Современная микология в России. 2008, Т. 2. Материалы 2-го Съезда микологов России. С. 503-504.
9. Bavek S. Sensitization to Alternaria and Cladosporium in patients with respiratory allergy and outdoor counts of mold spores in Ankara atmosphere, Turkey [Text]/S. Bavek, F. O. Erkekol, C. Ceter. J. Asthma. 2006; 43 (6): 421-426.
10. Bowyer P., Fraczek M., Denning D.W. Comparative genomics of fungal allergens and epitopes shows widespread

distribution of closely related allergen and epitope orthologues. BMC Genomics. 2006; 7: 251-265.

11. *Walters R., Annunziata K., Castillo G.* Is asthma a sorted out disease? Results of a European survey. EAACI Congress. 2009. Abstract 167.

References

1. *Aak O.V.* Allergens of mushrooms. Features of a mikogenny sensitization. Problems of a medical mycology 2005; T. 7: 2: 12-16 .
 2. *Baturin V.A. Schetinin E.V.* Modern aspects of an antibiotikoterapiya of respiratory infections. Stavropol: publishing house of STGMA, 2002. Page 208
 3. *Garmash V.Ya., Selivanov G.V.* Sort mushrooms Candida and a specific sensitization at bronchial asthma//Sb. науч. works of LENGIDUV to them C.M. of Kirov. L. 1982 . Page 76-78.
 4. Many-sided bronchial asthma, diagnostics, treatment and prevention / under the editorship of Fedoseyev G. B., Trofimov V. I. Petrova M. A. SPb: Nordmedizdat, 2011. Page 287-289.
 5. *Ogorodova L.M.* Some aspects of resistance to standard basic therapy. Pulmonology 2004; № 2: Pp. 69-74 .
 6. *Pozdnyakov O.Yu. Baturin V.A.* Features of a food, bacterial and mikogenny sensitization at patients with uncontrollable bronchial asthma. Russian allergologicheskoy magazine, 2013; 2: 235-236 .
 7. *Sobolev A.B.* Century Mikogennaya allergy (etiology, патогенез, clinic, diagnostics, treatment and prevention// Allergology. Private allergology / A.V. Sobolev, N. V. Vasilyev. SPb. : Nordmedizdat, 2001. T. 2 . Page 200-211.
 8. *Tsarev S.V.* Role of various trigger factors at patients with bronchial asthma with a fungoid sensitization. Modern mycology in Russia. 2008, T. 2 . Materials of the 2nd Congress of mycologists of Russia. Page 503-504.
 9. *Bavbek S.* Sensitization to Alternaria and Cladosporium in patients with respiratory allergy and outdoor counts of mold spores in Ankara atmosphere, Turkey [Text]/S. Bavbek, F. O. Erkekol, C. Ceter. J. Asthma. 2006; 43 (6): 421-426.
 10. *Bowyer P., Fraczek M., Denning D.W.* Comparative genomics of fungal allergens and epitopes shows widespread distribution of closely related allergen and epitope orthologues. BMC Genomics. 2006; 7: 251-265.
 11. *Walters R., Annunziata K., Castillo G.* Is asthma a sorted out disease? Results of a European survey. EAACI Congress. 2009. Abstract 167.
-

УДК 616.24-002-073.916

UDC 616.24-002-073.916

И.Б. БЕЛОВА

доктор медицинских наук, профессор, зав. курсом
лучевой диагностики и терапии кафедры иммуно-
логии и специализированных клинических дисциплин
Орловского государственного университета
E-mail: ib-belova.belowa2012@yandex.ru

А.А. СТАРОСЕЛЬЦЕВ

аспирант кафедры иммунологии и специализиро-
ванных клинических дисциплин Орловского государ-
ственного университета

А.С. ГУСЕВ

ассистент кафедры иммунологии и специализиро-
ванных клинических дисциплин Орловского государ-
ственного университета

I.B. BELOVA

radiologist, professor, doctor of medical sciences, head
of the Radiologic course of Medical institute of Orel State
University, Orel

A.A. STAROSEL'TSEV

radiologist, post-graduate student of medical institute of
Orel State University, Orel

A.S. GUSEV

radiologist of the Radiologic Department of Orel regional
hospital, assistant of Radiologic course of Medical
institute of Orel State University, Orel

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ОСЛОЖНЕННОЙ ПНЕВМОНИИ И ДРУГИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЕГКИХ

RADIOLOGIC DIAGNOSIS OF A COMPLICATED PNEUMONIA AND OTHER LUNG DISEASES

В статье приведены данные дифференциальной диагностики 55 больных осложненной пневмонией и другими заболеваниями легких с использованием мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Представлено сравнение и динамика МСКТ-симптомов осложненной пневмонии и различных форм туберкулеза легких.

Ключевые слова: лучевая диагностика, дифференциальная диагностика, осложненная внебольничная пневмония, спиральная компьютерная томография.

In article data of differential diagnostics 55 patients of a complicated pneumonia and other lungs diseases by using high resolution multispiral computer tomography (MSCT) were evaluated. Comparison and dynamics of MSCT symptoms of the complicated pneumonia and various forms of a pulmonary tuberculosis was presented.

Keywords: radiologic diagnosis, differential diagnosis of a complicated community-acquired pneumonia, multispiral computer tomography.

Внебольничная пневмония (ВП) – это острое заболевание, возникшее во внебольничных условиях или диагностированное в первые 48 часов от момента госпитализации или развившееся у пациента, не находившегося в учреждениях длительного медицинского наблюдения более 14 суток, сопровождающееся симптомами инфекции нижних отделов дыхательных путей (лихорадка, кашель, выделение мокроты, боль в грудной клетке, одышка) и рентгенологическими признаками «свежих» очаговых или инфильтративных изменений в легких при отсутствии очевидной диагностической альтернативы [5]. В то же время, в современной действительности, достаточно часто приходится иметь дело с необычным, нетипичным или осложненным течением пневмонии.

Инфекции легкого – источник тяжелого осложненного течения и летальности, особенно у пожилых лиц и у пациентов с различными иммунодефицитами, количество которых растет [7]. Возбудитель обычно попадает в легкие воздушно-капельным путем, но может быть и сапрофитом, локализованным в носоглотке; проникает в легкие гематогенным путем при инфекционном поражении других органов

или прямым распространением из инфекционного очага, расположенного в соседней с легкими области, или непосредственно при проникающей травме груди. Многие из современных возбудителей весьма агрессивны.

Постгриппозная бактериальная пневмония также является одной из основных причин осложненного течения и летальности [8]. Несмотря на большой интерес к гриппу и его осложнениям в последние годы, отсутствуют солидные исследования, которые могли бы дать врачам рекомендации по выбору лечебной тактики, своевременному выявлению и лечению осложнений, для достижения не только клинического выздоровления, но и наилучшего восстановления легочной ткани без грубых остаточных изменений [3].

Наряду с клиническими и лабораторными исследованиями рентгенологический метод является основным методом обнаружения изменений в легких. И хотя компьютерную томографию (КТ) не рекомендуют для начального обследования пациентов с легочными жалобами, данный метод является намного более чувствительным и точным, чем обзор-

ная рентгенография [2, 4, 7]. КТ обязательно должна быть выполнена при клиническом подозрении на пневмонию, особенно при отсутствии изменений на обзорных рентгенограммах. КТ необходима во всех случаях осложненного течения пневмонии для своевременного выявления плеврального выпота, эмпиемы, лимфоаденопатии, для уточнения характера деструкций. КТ должна выполняться при медленном разрешении пневмонии или при отсутствии рентгенологической динамики в ответ на антибактериальную терапию для дифференциальной диагностики пневмонии и туберкулеза легких. КТ также должна выполняться в динамике для оценки характера остаточных изменений в легких у больных с обширными поражениями и деструкциями [3, 4, 7].

Утвержденный стандарт оказания специализированной медицинской помощи больным пневмонией, вызванной *Streptococcus Pneumoniae*, а также пневмонией, вызванной другими инфекционными возбудителями, помимо расширенной клинической и лабораторной диагностики, традиционной рентгенографии органов грудной полости рекомендует выполнение микроскопического исследования нативного и окрашенного мазка мокроты, бактериологическое исследование мокроты, крови, плевральной жидкости, определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам и другим препаратам, а также выполнения компьютерной томографии [1].

Цель настоящего исследования – уточнить МСКТ-симптомы осложненной пневмонии, медленно разрешающейся или неразрешающейся пневмонии, а также других заболеваний легких. Для этого выполнено сравнение МСКТ-симптомов осложненной пневмонии и различных форм туберкулеза легких. Уточнены возможности МСКТ в оценке динамики и наличия остаточных изменений в легких после осложненной и медленно разрешающейся пневмонии.

Проанализированы медицинская документация и данные лучевых методов обследования 55 больных, поступивших в 2013 г. в отделение дифференциальной диагностики БУЗ «Орловский противотуберкулезный диспансер» (БУЗ ОПТД), направленных из других лечебных учреждений Орловской области с подозрением на туберкулез и после малоэффективного антибактериального лечения по поводу пневмонии. Возраст больных варьировал от 17 до 80 лет, наибольшее количество больных (43,1%) составили пациенты в возрасте 41-60 лет. Соотношение женщин и мужчин – 1:1,6. Течение пневмонии мы расценивали как осложненное, если у больных имелись: множественные деструкции, абсцесс, экссудативный плеврит, эмпиема плевры, бронхо-обструктивный синдром.

Все больные на момент госпитализации в БУЗ ОПТД имели сохраняющиеся легочные жалобы. Из анамнеза было известно острое начало заболевания и повышение температуры тела до 38-39°C у 10 (18,1%) больных. По срокам от начала заболевания до поступления в БУЗ ОПТД больные распределились следу-

ющим образом: 5-14 дней – 26 больных, 15-21 день – 23 больных, 22 и более дней – 6 больных.

При поступлении в БУЗ ОПТД всем больным были выполнены обзорная рентгенография в прямой и боковой проекциях, а также мультиспиральная компьютерная томография на аппарате *Brilliance 16 (Phillips)*. Просмотр изображений выполнен на профессиональном мониторе с использованием реконструкций, проекций минимальной и максимальной интенсивностей, а также программы поиска, качественной и количественной оценки очаговых теней в легких.

Выполнено сравнение частоты встречаемости МСКТ-симптомов у больных осложненной пневмонией и различными формами туберкулеза по следующим признакам: изменения по типу матового стекла, деструкции, альвеолярная консолидация, центрилобулярные и перибронховаскулярные очаги, увеличение лимфатических узлов и плевральный выпот.

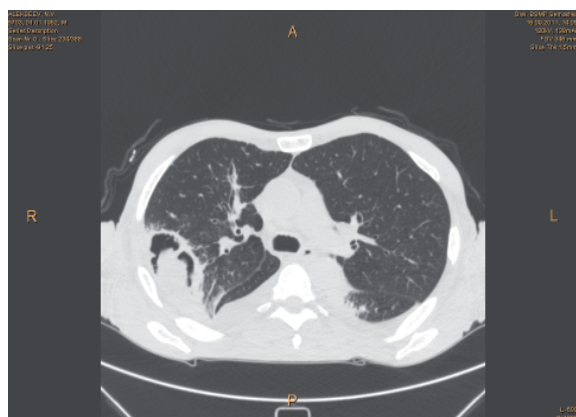
Согласно окончательным диагнозам больные распределились следующим образом: туберкулез установлен у 14 больных, внебольничная пневмония – у 19 и злокачественные опухоли обнаружены – у 22.

Трудности дифференциальной диагностики пневмонии и туберкулеза легких демонстрируют следующие клинические наблюдения.

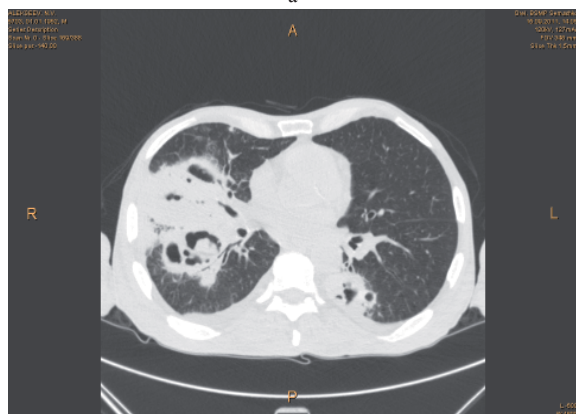
Больной А., 61 год. Поступил в состоянии средней тяжести на 5 сутки от начала заболевания. Подозрение на туберкулез обосновывалось двусторонним поражением, умеренно выраженными жалобами, клиническими и лабораторными симптомами. КТ-сканы на разных уровнях (рис. 1) демонстрируют полисегментарную двустороннюю альвеолярную инфильтрацию и множественные формирующиеся полости распада: а) в верхней доле правого легкого; б) в средней доле и S6 правого легкого, а также в S6 левого легкого; в) в средней доле правого легкого. Помимо этого с обеих сторон определялся выпот в плевральной полости. Антибактериальная терапия вначале малоуспешная, в последующем была скорректирована с учетом обнаружения в мокроте *Klebsiella pneumoniae*.

Исход – выздоровление с большими остаточными изменениями в легких рубцового характера, плевральными наслоениями.

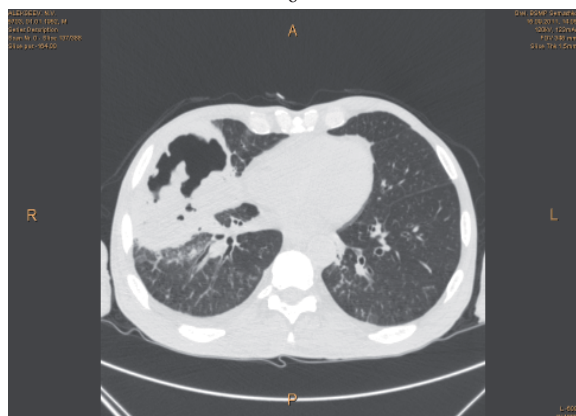
Больной Ч., 62 лет. Заболел остро, с высокой температурой и характерными для пневмонии легочными жалобами. На момент начала заболевания (рис. 2а) изменения в легких характеризовались очень умеренным ограниченным усилением легочного рисунка в нижней доле правого легкого, где при аускультации выслушивались влажные мелкопузырчатые хрипы. В верхних долях обоих легких видны единичные очаговые тени. Получил лечение по поводу пневмонии, но без ожидаемого клинического эффекта. При контроле на 14 день от начала заболевания на обзорной рентгенограмме регистрируется отрицательная динамика с появлением выпота в правой плевральной полости (рис. 2б).



а



б



в

Рис 1. Больной А., 1952. Двусторонняя полисегментарная пневмония с субтотальным поражением правого легкого, осложненная обширными деструкциями и двусторонним экссудативным плевритом (*Klebsiella pneumoniae*) (пояснения в тексте).



а

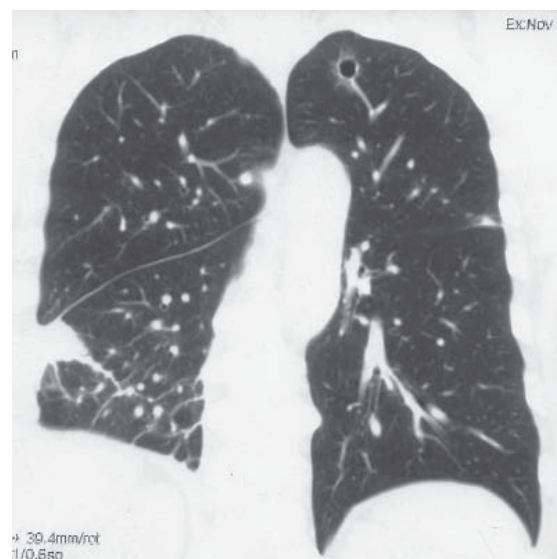


б

Рис 2. Больной Ч., 62 лет. Инфильтративный туберкулез верхней доли левого легкого в фазе распада, осложненный правосторонним экссудативным плевритом. Обзорные рентгенограммы: а) на момент начала заболевания – норма; б) через 14 дней – отрицательная динамика.



а



б

Рис 3. Больной Ч., 62 года. Инфильтративный туберкулез верхней доли левого легкого в фазе распада, осложненный правосторонним экссудативным плевритом: а) обзорная рентгенограмма – частичная положительная динамика выпота справа; б) фронтальная реконструкция КТ показывает полость распада в верхней доле левого легкого.

При поступлении в БУЗ ОПТД на обзорной рентгенограмме (рис. 3а) частичная положительная динамика выпота (в т.ч., после плевральных пункций). При КТ (рис. 3б) обнаружена полость распада в S1-2 левого легкого и немногочисленные очаги отсевов в верхних отделах с обеих сторон. В мокроте выявлены микобактерии туберкулеза. Установлен диагноз: инфильтративный туберкулез верхней доли правого легкого в фазе распада и обсеменения, осложненный правосторонним экссудативным плевритом. В настоящее время закончил лечение.

Больной С., 51 год. На момент начала заболевания, когда отмечал повышение температуры тела до 37,4°C, одышку, слабость, умеренный кашель с трудноотделяемой мокротой, при рентгенологическом обследовании изменений в легких обнаружено не было (рис. 4а). Пролечен антибиотиками. Поступил в БУЗ ОПТД на 10 день от начала заболевания, практически без жалоб, но на контрольной рентгенограмме на 8 день от начала заболевания (рис. 4б) в верхней доле правого легкого появился участок малоинтенсивной неоднородной инфильтрации легочной ткани без четких границ – отрицательная рентгенологическая динамика без выраженного ухудшения самочувствия и объективного статуса. При КТ органов грудной полости в верхней доле правого легкого обнаружены центрилобулярные очаги мелких и средних размеров с общей зоной перифокальной инфильтрации малой интенсивности по типу матового стекла (рис. 5а и 5б). Диагноз очаговый туберкулез верхней доли правого легкого в фазе инфильтрации подтвержден положительными данными посева мокроты на микобактерии туберкулеза. Назначена химиотерапия.

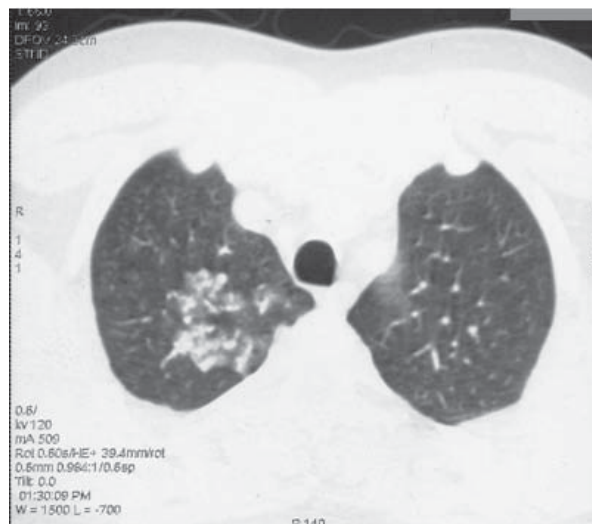


а

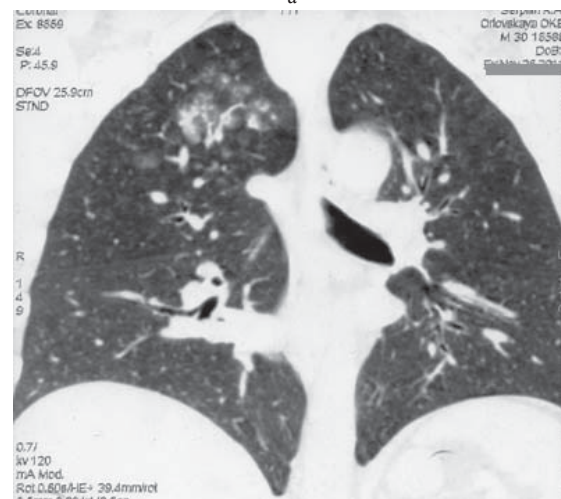


б

Рис. 4. Больной С., 51 год. Очаговый туберкулез верхней доли правого легкого. Обзорные рентгенограммы: а) на момент начала заболевания – норма; б) через 8 дней – отрицательная динамика.



а



б

Рис. 5. Больной С., 51 год. Очаговый туберкулез верхней доли правого легкого. КТ органов грудной полости: а) аксиальный скан; б) фронтальная реконструкция (пояснения в тексте).

Больной П., 45 лет. Заболел остро, после переохлаждения. Поступил в стационар ЦРБ с симптомами, характерными для пневмонии. Пролечен

антибиотиками с хорошим клиническим эффектом. При этом на обзорных рентгенограммах на момент начала заболевания и в динамике (в статье не представлены) сохраняется без изменений умеренное диффузное усиление легочного рисунка.

Поступил в БУЗ ОПТД на 22 день от начала заболевания с жалобами на сухой кашель, температура тела нормальная. При КТ в легких выявлена мелкоочаговая диссеминация с преимущественно периферическим распределением и преобладанием в верхних отделах (рис. 6). В посевах мокроты обнаружены микобактерии туберкулеза. Установлен диагноз: диссеминированный туберкулез легких в фазе инфильтрации. В настоящее время продолжает лечение.

Представленные клинические случаи туберкулеза легких объединяют острое начало заболевания, выраженные клинические симптомы (высокая температура, одышка, кашель, боли в грудной клетке при дыхании), изменения в общем анализе крови и аускультативные данные, характерные для пневмонии. В то же время, рентгенологические изменения на момент начала заболевания либо отсутствовали, либо были не типичны, либо обзорная рентгеногра-

фия оказалась недостаточной для их выявления. В двух случаях имела место отрицательная рентгенологическая динамика в течение нескольких дней от начала заболевания, также более характерная для пневмонии. И, наоборот, умеренные клинические проявления, двусторонняя деструкция и выпот в случае пневмонии, вызванной *Klebsiella pneumoniae*, послужили поводом для ошибочного подозрения на туберкулез.

Компьютерная томография наряду с обзорной рентгенографией играет важную роль в обнаружении патологических изменений легких и комплексной диагностике, так как имеет большие преимущества в оценке состояния паренхимы легкого, бронхиального дерева, средостения, плевральных полостей. Все больные с медленно разрешающейся или неразрешающейся пневмонией, а также все пациенты, имеющие несоответствие клинических и рентгенологических проявлений на обзорных рентгенограммах или при отсутствии изменений на обзорных рентгенограммах, должны быть обследованы с использованием КТ как при поступлении, так и для оценки эффективности проводимой терапии.

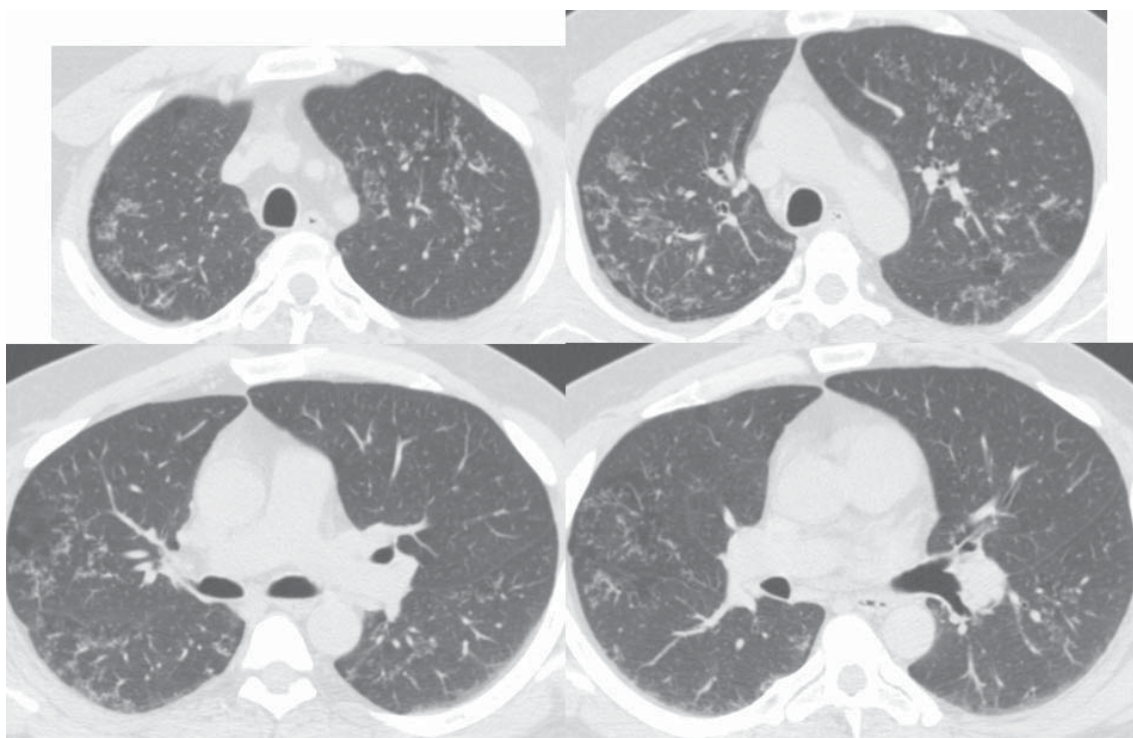


Рис. 6. Больной П., 45 лет. КТ-сканы на разных уровнях показывают мелкоочаговую диссеминацию в легких.

Библиографический список

1. Об утверждении стандарта специализированной медицинской помощи больным пневмонией, вызванной *Streptococcus Pneumoniae*, пневмонией, вызванной *Haemophilus Influenzae*; бактериальной пневмонией, неклассифицированной в других рубриках; пневмонией, вызванной другими инфекционными возбудителями; пневмонией без уточнения возбудителя; абсцессом легкого с пневмонией. Приказ Минздрав соцразвития РФ от 8 июня 2007 г. N 411.
2. Прокоп М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: учебное пособие: В 2 т./ Матиас Прокоп, Михаэль Галански; пер. с англ.; под общ. ред. А.В.Зубарева, Ш.Ш. Шотемора. 3-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2011.
3. Струтынский А.В., Юдин А.Л., Семёнов Д.В. и др. Опыт применения компьютерной томографии высокого

разрешения лёгких в диагностике и оценке результатов лечения внебольничной пневмонии. Пульмонология 2011; №4: С. 68-70.

4. Тюрин И.Е. Рентгенодиагностика внебольничных пневмоний. Лучевая диагностика (http://www.policlin.ru/imagearticle/2013_Luchi/7-11.pdf)

5. Чучалин А.Г., Синопальников А.И., Козлов Р.С. и др. Внебольничная пневмония у взрослых. Практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике. Пособие для врачей. Российское респираторное общество. Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии (МАКМАХ). М.: 2010.

6. Beigelman-Aubry C., Godet C, Caumes E. Lung infections: the radiologist's perspective. Diagnostic and interventional imaging 2012; 93, 431-440

7. Franquet T. High-resolution computed tomography (HRCT) of lung infections in non AIDS immunocompromised patients. Eur Radiol 2006; 16: 707-18.

8. Metersky M.L., Masterton R.G., Lode H. et al. Epidemiology, microbiology, and treatment considerations for bacterial pneumonia complicating influenza. Int J Infect Dis. 2012 May;16(5): p. 321-31

9. Okada F, Ando Y, Matsushita S et al. Thin-section CT findings of patients with acute Streptococcus pneumoniae pneumonia with and without concurrent infection. Br J Radiol. 2012; 85(1016):e357-64.

10. Okada F, Ando Y, Yoshitake S, et al. Clinical/pathologic correlations in 553 patients with primary centrilobular findings on high-resolution CT scan of the thorax. Chest 2007; 132(6): 1940-1948

References

1. About the statement of the standard of specialised medical aid sick of a pneumonia caused *Streptococcus Pneumoniae*, a pneumonia caused *Haemophilus Influenzae*; the bacteriemic pneumonia which has been not classified in other headings; a pneumonia caused by other infectious originators; a pneumonia without originator specification; an abscess of a lung with a pneumonia. The order Ministry of Health of the Russian Federation from June, 8th, 2007 N 411

2. Prokop M. Galanski M. Spiral and multislice computed tomography: the manual: In 2 vol.; translation from English; under general ed. A.V. Zubarev, S.S. Shotemor. – 3th ed. – M.: MEDpress-inform, 2011.

3. Strutynsky A.V., Judin A.L., Semenov D.V. et al. Experience of high-resolution computed tomography of the lungs in diagnosis and assessment of treatment of community-acquired pneumonia. Pulmonology 2011; 4: 68-70.

4. Тюрин И.Е. Тюрин И.Е. Radiologic diagnosis of community-acquired pneumonia. (http://www.policlin.ru/imagearticle/2013_Luchi/7-11.pdf)

5. Chuchalin A.G., Sinopalnikov A.I., Kozlov R.C. et al. Community-acquired pneumonia in adults. Practical guidelines for diagnosis, treatment and prevention. The manual of doctors. The Russian respiratory society. Inter-regional association on clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy. M: 2010.

6. Beigelman-Aubry C., Godet C, Caumes E. Lung infections: the radiologist's perspective. Diagnostic and interventional imaging 2012; 93, 431-440

7. Franquet T. High-resolution computed tomography (HRCT) of lung infections in non AIDS immunocompromised patients. Eur Radiol 2006; 16: 707-18.

8. Metersky M.L., Masterton R.G., Lode H. et al. Epidemiology, microbiology, and treatment considerations for bacterial pneumonia complicating influenza. Int J Infect Dis. 2012 May;16(5): p. 321-31

9. Okada F, Ando Y, Matsushita S et al. Thin-section CT findings of patients with acute Streptococcus pneumoniae pneumonia with and without concurrent infection. Br J Radiol. 2012; 85(1016):e357-64.

10. Okada F, Ando Y, Yoshitake S, et al. Clinical/pathologic correlations in 553 patients with primary centrilobular findings on high-resolution CT scan of the thorax. Chest 2007; 132(6): 1940-1948

УДК 582.949.27:615

UDC Y 582.949.27:615

В.Н. БУБЕНЧИКОВА

доктор фармацевтических наук, профессор, зав. кафедрой фармакогнозии и ботаники Курского государственного медицинского университета
E-mail:fg.ksmu@mail.ru

V.N. BUBENCHIKOVA
doctor of pharmacy, professor, head of pharmacognosy and botany department, Kursk State Medical University,
E-mail: fg.ksmu@mail.ru

Ю.А. СТАРЧАК

кандидат фармацевтических наук, ассистент кафедры общей и фармацевтической химии Орловского государственного университета

YU.A. STARCHAK
phd of pharmacy, assistant professor, general and pharmaceutical chemistry department, Orel State University

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА ТИМЬЯНА МЕЛОВОГО

INVESTIGATION OF THYMUS CALCAREUS KLOV&DES.-SHOST. ESSENTIAL OILS

В статье приведены данные по исследованию эфирного масла травы тимьяна мелового флоры Средней полосы России. Исследование компонентного состава эфирного масла проводили методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Agilent Technology 6890 N с масс-спектрометрическим детектором 5973 N. Анализ эфирного масла травы тимьяна мелового показал на хроматограмме не менее 45 веществ, из которых идентифицировали 29. Основными компонентами масла являются неролидол (25,60%) и карвакрол (11,23%).

Ключевые слова: тимьян меловой, эфирное масло, метод газожидкостной хроматографии.

The article presents data on the study of Thymus calcareus Klokov & Des.-Shost. herb essential oils of Central Russia flora. The investigation of the essential oil component was carried out by gas-liquid chromatography on Agilent Technology 6890 N chromatograph with a mass spectrometric detector 5973 N. Essential oil analysis of Thymus calcareus Klokov & Des.-Shost. herb showed at least 45 substances the chromatogram, 29 of which were identified. The main components are nerolidol (25.60%) and carvacrol (11.23%).

Keywords: Thymus calcareus Klokov & Des.-Shost., essential oil, the method of gas-liquid chromatography.

В научной медицине России официальными растениями из рода Тимьян являются тимьян ползучий (чабрец) *Thymus serpyllum* L., а также тимьян обыкновенный *Thymus vulgaris* L., которые находят применение в качестве отхаркивающего средства [2]. Тимьян обыкновенный произрастает в странах Средиземноморья. Основной ареал тимьяна ползучего сосредоточен в Европейской части России, но ресурсы его сильно истощены. В настоящее время на территории областей Центрального Черноземья чабрец встречается единично, но наряду с ним на территории указанных областей произрастает около 7-8 близких видов, основными из которых являются тимьян Маршалла, тимьян блошиный, тимьян меловой, тимьян Палласа.

При заготовке сырья чабреца заготовители как правило не различают виды, поэтому в сырье наряду с чабрецом и вместо него могут быть другие виды, широко распространенные в данном регионе, и их сочетание в различных соотношениях. Однако, виды тимьяна, распространенные в средней полосе Европейской части России, относятся к различным секциям так и подсекциям и естественно различаются как по морфологическим признакам и по химическому составу, в том числе по содержанию и качественному составу эфирного масла как одного из

основных классов биологически активных веществ растений рода тимьян.

В траве растений рода тимьян содержится эфирное масло, в состав которого входят ароматические терпены: тимол, карвакрол; монотерпены, сесквитерпены, содержание которых сильно варьирует в зависимости от места произрастания, места обитания, высоты над уровнем моря, фазы развития растения и др. [3].

Выделяют более 8 хемотипов эфирного масла растений рода тимьян, в одном из них преобладающими компонентами являются тимол и карвакрол, в другом преобладает α -терпениол, в третьем гераниол и т.д. [4].

Поэтому было интересно изучить качественный и количественный состав эфирного масла тимьяна мелового флоры Средней полосы России.

Материалы и методы

Объектом исследования явилась воздушно-сухая измельченная трава тимьяна мелового, заготовленная в период массового цветения в 2012 году в Воронежской области.

Для получения и количественного определения эфирного масла навеску воздушно-сухого сырья тимьяна мелового (20г.) помещали в колбу, заливали

300 мл воды, закрывали пробкой с холодильником и приемником и доводили до кипения. Время перегонки от момента закипания – 2 часа. После охлаждения определяли объем эфирного масла в приемнике [1].

Для анализа эфирного масла в вials «Agilent» на 20 мл помещали 0,5-5 г измельченной высушенной травы тимьяна мелового, добавляли внутренний стандарт (тридекан), из расчета 50 мкг на навеску, далее прибавляли 10 мл воды очищенной, прикручивали крышку с холодильником с воздушным охлаждением и помещали в небольшую песчаную баню с регулируемым подогревом и нагревали в течение 2 часов. В процессе отгонки летучие вещества адсорбировались на внутренней поверхности обратного холодильника. Адсорбированные вещества после охлаждения системы смывали 3 мл особо чистого пентана в сухую вial на 10 мл. Смыв концентрировали продувкой (100 мл/мин) особо чистого азота до остаточного объема экстракта 10 мкл, который полностью отбирали хроматографическим шприцом. Дальнейшее концентрирование пробы проводили в самом шприце до объема 2 мкл.

Ввод пробы в хроматографическую колонку проводили в режиме splitless, т.е. без деления потока, что позволяет ввести пробу без потери на деление и существенно увеличить чувствительность метода хроматографирования.

Исследование компонентного состава эфирного масла проводили методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Agilent Technology 6890 N с масс-спектрометрическим детектором 5973 N. Условия анализа: хроматографическая колонка капиллярная ДВ-5, длина колонки 30 м, внутренний диаметр 0,25 мм; газ-носитель-гелий, скорость газа носителя 1 мл/мин; объем пробы -2 мкл, скорость ввода пробы 1,2 мл/мин в течение 0,2 минут; температура термостата 50° С с программированием 3 °/ мин до 220° С; температура детектора и испарителя 250° С.

Компоненты эфирных масел идентифицировали в результате сравнения масс-спектров веществ, входящих в исследуемое эфирное масло, полученных в процессе хроматографирования с данными библиотеки масс-спектров NIST05 и WILEY 2007 с общим количеством спектров более 470000 в сочетании с программами для идентификации AMDIS и NIST.

Количественное содержание компонентов рассчитывали, используя метод внутреннего стандарта [5].

Результаты и обсуждение

На первом этапе нами проведено количественное определение эфирного масла объемным методом [1], в основе которого лежит перегонка с водяным паром.

В результате установлено, что содержание эфирного масла в траве тимьяна мелового накапливается до 0,6 %. Эфирное масло представляет собой легкоподвижную жидкость желтоватого цвета с приятным специфическим запахом.

Анализ эфирного масла травы тимьяна мелового

показал на хроматограмме не менее 45 веществ, из которых идентифицировали 29 (рис.1, табл.1).

Таблица 1.

Состав эфирного масла тимьяна мелового

№ п/п	Время удерживания	Название компонента	Содержание компонентов в образцах, %
1	3.76	цис-3-гексен-1-ол	0,240
2	5.64	1-октен-3-ол	0,529
3	6.65	пара-цимен	0,068
4	6.85	1,8-цинеол	1,270
5	7.93	транс-сабиненгидрат	0,550
6	8.93	линалоол	0,710
7	9.56	2,3,3-триметил-3-циклопентен-альдегид	0,110
8	10.19	камфора	0,270
9	11.01	β-терпинеол	0,180
10	11.29	терпинен-4-ол	0,460
11	11.78	α-терпинеол	0,630
12	13.37	метилкарвакрол	0,300
13	15.30	тимол	2,360
14	15.94	карвакрол	11,230
15	17.14	эвгенол	0,400
16	17.48	α-кубебен	0,070
17	17.79	β-бурбонен	0,560
18	18.01	β-элемен	0,060
19	18.80	β-кариофиллен	0,510
20	19.78	гумулен	0,050
21	19.99	аромадендрен	0,150
22	20.64	гермакрин D	0,180
23	21.55	β-бисаболен	0,280
24	24.01	неролидол	25,600
25	25.87	виридифлорол	1,090
26	37.21	пентакозан	0,030
27	39.08	гептакозан	0,040
28	40.26	сквален	0,300
29	40.82	нонакозан	0,070

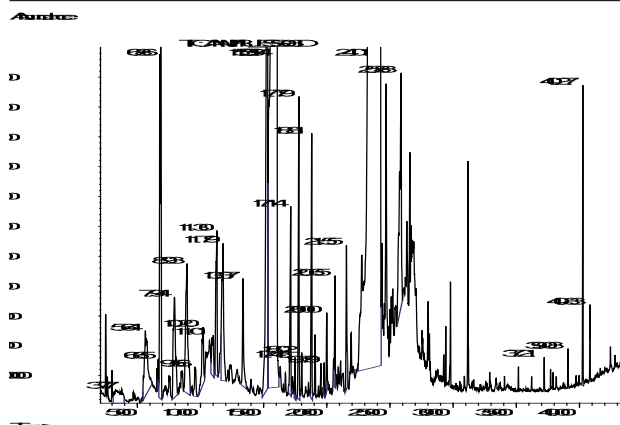


Рис. 1. Схема хроматограммы хромато-масс-спектрального анализа эфирного масла травы тимьяна мелового.

Доминирующим компонентом исследованного эфирного масла является неролидол, его содержание составляет 25,60%, а также карвакрол (11,23%) на фоне малого количества тимола (2,36%).

Выводы. Таким образом, исследовано эфирное масло травы тимьяна мелового флоры Средней полосы России. Содержание типичного для растений рода

тимьян соединения тимола в исследуемом эфирном масле незначительно (2,36%). Основными компонентами масла являются неролидол (25,60%) и карвакрол (11,23%). В результате можно утверждать, что исследованный образец эфирного масла тимьяна мелового принадлежит к хемотипу карвакрола-неролидола.

Библиографический список

1. Государственная фармакопея СССР: Вып. 1. Общие методы анализа. Лекарственное / МЗ СССР, -11-е изд., доп. М.: Медицина, 1987. 336 с.
2. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. / МЗ СССР, 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1990. 400 с.
3. Банаева Ю.А. Исследование химического состава эфирного масла представителей рода *Thymus* L., произрастающих на Алтае / Ю.А. Банаева, Л. М. Покровский, А.В. Ткачев //Химия растительного сырья. 1999. № 3. С. 41-48.
4. Моцкуте Д. Эфирное масло *Thymus pulegioides* L. с лимонным запахом из окрестностей Вильнюса / Д. Моцкуте, Г. Бернотене // Растительные ресурсы. 1998. выпуск 1, Т. 34. С. 131-134
5. Черногород Л.Б. Эфирные масла видов рода *Achillea* (Asteraceae), содержащие фразгранол / Л.Б. Черногород, Б.А. Виноградов // Растительные ресурсы. 2006. выпуск 2, Т. 42. С. 61-68

References

1. State pharmacopeia of the USSR: Vyp. 1 . General methods of the analysis. Medicinal / MZ USSR, - the 11th prod. additional - M: Mediktsina, 1987. - 336 p.
 2. State pharmacopeia of the USSR: Vyp. 2 . General methods of the analysis. Medicinal vegetable raw materials. / MZ USSR, - the 11th prod. additional - M: Mediktsina, 1990. 400 p.
 3. Banayeva Yu.A. Issledovaniye of a chemical composition of essential oil of representatives of the sort *Thymus* L. growing on Altai / Yu.A. Banayeva, L.M.Pokrovsky, A.V.Tkachev//Chemistry of vegetable raw materials. – 1999 . - No. 3. – p.41-48.
 4. Motskuta D.Efirnoye maslo *Thymus pulegioides* L. with a lemon smell from Vilnius / vicinities to Motskuta, G. Bernoten//Vegetable resources. – 1998 . – release 1, T. 34 . Pp. 131-134.
 5. Chernogorod L.B.Efirnye oils of types the sorts *Achillea* (Asteraceae) containing фразгранол / L.B.Chernogorod, B.A.Vinogradov//Vegetable resources. – 2006 . – release 2, T. 42 . Pp. 61-68.
-

УДК 618.3-06+616.06+616.98

UDC 618.3-06+616.06+616.98

К.В. БУХАНЦЕВА

врач Орловского областного родильного дома
E-mail: dr-mehit@mail.ru

C.V. BUKHANTSEVA

doctor of the Orel regional maternity hospital
E-mail: dr-mehit@mail.ru

ВНУТРИУТРОБНОЕ ИНФИЦИРОВАНИЕ

INTRAUTERINE INFECTION

Внутриутробная инфекция (ВУИ) – это не только процесс проникновения в организм плода инфекционных агентов, но и обусловленные ими морфофункциональные нарушения различных органов и систем, характерные для инфекционной болезни, возникшей анте- или интранатально и выявляемой пренатально или после рождения.

Последнее десятилетие охарактеризовано высокими результатами в изучении этиологии и патогенеза, в диагностике и лечении ВУИ, тем не менее, отмечен неуклонный рост их частоты с выраженным неблагоприятным воздействием на менструальную, половую и репродуктивную функции женщины, что обуславливает актуальность данной проблемы.

Не вызывает сомнений, что точное и своевременное установление факта внутриутробного инфицирования имеет огромное значение и важной задачей акушера-гинеколога является планирование наиболее оптимального и эффективного курса лечения во время беременности, а также определение прогноза заболевания.

Ключевые слова: внутриутробная инфекция, прегравидарная подготовка, инфицирование во время беременности, акушерские осложнения.

Intrauterine infection (IUI) is not only a process of penetration of infectious agents into a fetus' organism but also morphodynamic abnormalities of different organs and systems typical for infectious disease which appeared ante- or intra-natally, was caused by infectious agents and can be revealed pre-natally or after birth. The last decade is characterized by high results in studying etiology and pathogenesis in diagnostics and medical treatment of IUI, nevertheless, there is a steady growth of frequency of this disease with clinically apparent ill influence on menstrual, genital and reproductive functions of a woman, and this fact determines the urgency of the topic.

There is no doubt that precise and well-timed establishment of the fact of intrauterine infection has a great significance, and an important task of an obstetrician-gynecologist is to plan the most optimal and effective course of medical treatment during pregnancy and detect the prognosis of the disease.

Keywords: intrauterine infection, pregravid preparation, infection during pregnancy, obstetrical complications.

Проблема внутриутробной инфекции является одной из ведущих в акушерской практике. Это связано с высокой частотой инфицирования беременных женщин.

Наличие у беременной очагов инфекции – существенный фактор риска инфицирования плода и новорожденного.

Большую опасность представляет инфицирование во время беременности или обострение хронического инфекционного процесса у беременной.

ВУИ является причиной большого спектра антенатальной патологии, такой как: инфекционные заболевания плода, мертворождения, недонашивания, синдром задержки внутриутробного развития плода, аномалии развития плода.

Наряду с острым течением у плода может наблюдаться длительная персистенция возбудителя с формированием медленно текущего хронического инфекционного процесса.

Источником инфицирования для плода является его мать. Активация инфекционного процесса проис-

ходит при любом нарушении гомеостаза в организме беременной женщины, например, на фоне ОРВИ или стресса. Но не всегда наличие инфекции у матери обуславливает инфицирование плода.

Классификация урогенитальных инфекций (УГИ) по этиологическому фактору.

1. Неспецифические заболевания, вызванные эндогенной флорой, населяющей половые органы женщины:

а) условно-патогенные микроорганизмы, такие как стафило- и стрептококки, кишечная палочка, бактероиды и др.;

б) микоплазмы;

в) уреаплазмы;

г) гарднереллы;

д) дрожжевые грибы.

2. Специфические заболевания, вызванные экзогенной флорой, относящиеся в основном к заболеваниям, передающимся половым путем, кроме туберкулеза:

а) гонорея;

- б) трихомоноз;
- в) хламидиоз;
- г) вирусные заболевания;
- д) туберкулез.

Количество микроорганизмов, которые могут вызывать внутриутробную инфекцию, множество, но большую часть из них составляют возбудители урогенитальных инфекций (хламидии, микоплазмы, вирус простого герпеса и другие). Чаще встречаются смешанные инфекции.

Особое значение в патогенезе ВУИ имеют следующие факторы риска: острое инфицирование во время беременности, хронические очаги инфекции, снижение иммунитета, повышение проницаемости плацентарного барьера, отягощенный акушерско-гинекологический анамнез, неблагоприятные социальные факторы.

Механизмы воздействия микроорганизмов зависят от срока беременности, при котором произошло инфицирование, а также от вида возбудителя, массивности обсеменения, иммунной системы матери.

Специфичность поражения плода зависит от путей проникновения инфекционного агента: восходящий (половые пути), нисходящий (через маточные трубы), интранатальный (при прохождении родовых путей), трансплацентарный (из очагов инфекции беременной), гематогенный и смешанный.

При заражении в срок до 14 дней гестации зародыш либо гибнет, либо происходит системное поражение, сходное с генетическим. При инфицировании в срок на 15-75 день гестации возникает эмбриопатия (пороки развития на органном или клеточном уровне) или самопроизвольный выкидыш, на 76-180 день – ранняя фетопатия (развитие генерализованной воспалительной реакции с преобладанием альтернативного и экссудативного компонентов и исходом в фиброзно-склеротические деформации – ложный пороки) или прерывание беременности, после 181 дня происходит манифестная воспалительная реакция с поражением различных органов и систем (энцефалит, гепатит, пневмония, тромбоцитопения).

В фетальном периоде выделяют следующие врожденные пороки: персистенция эмбриональных образований (урахус, кишечные свищи, открытый артериальный проток, открытое овальное окно), эмбриональные щели (расщелины губы и нёба, позвоночника, уретры), сохранение первоначального расположения органов (крипторхизм), гипоплазия органов (микроцефалия, гипоплазия почек, болезнь Фанкони), избыточное разрастание соединительной ткани (фиброэластоз, глиоз мозга, катаракта).

Классификация ВУИ:

1. по клиническому течению: хроническое, острое, субклиническое, латентное;
2. по времени инфицирования: антенатально, интранатально;
3. по клиническому проявлению у новорожденного: пороки развития, стигмы дизэмбриогенеза; недоношенность, синдром задержки внутриутробного

развития; неспецифические инфекции (врожденные пневмонии, гепатит, менингоэнцефалит, инфекции мочевых путей); неинфекционные синдромы (асфиксия, желтуха, синдром дыхательных расстройств); специфические инфекционные заболевания (врожденный сифилис, краснуха, токсоплазмоз); локальные инфекции (глаз, кишечника, легких, кожи);

4. по исходам: ранние (выкидыши, мертворождения, пороки развития, органная дисплазия, неонатальная смерть, выздоровление); поздние (дисбаланс развития, энцефалопатии, эндокринопатии, хронические инфекции, хронические неинфекционные заболевания).

Нет четкой взаимосвязи между тяжестью инфекционного процесса матери и плода: так легкая малосимптомная или бессимптомная инфекция у матери может вызвать тяжелые инфекционные поражения у плода, вплоть до его гибели.

Клинические проявления внутриутробной инфекции зависят от стадии заболевания на момент родов. Так, если на момент рождения ребенка заболевание находится на начальной стадии, то инфекция проявляется и манифестирует в первые трое суток раннего неонатального периода, если роды происходят в середине заболевания плода, то ребенок рождается больным, высок риск мертворождения или интранатальной гибели плода, а если роды происходят на конечную стадию болезни плода, то ребенок при рождении не совсем здоров, но диагноз внутриутробного инфицирования установить трудно.

К методам диагностики ВУИ относятся:

1. прямые методы (биопсия хориона, амниоцентез, кордоцентез, морфологическое исследование плаценты, данные аутопсии);
2. не прямые (клинико-инструментальные: эхография, доплерометрия, кардиотокография; лабораторные: микроскопия мазков из влагалища и цервикального канала, культуральное исследование, ПЦР-диагностика и иммуноферментный анализ).

Акушерские синдромы при наличии внутриутробной инфекции:

1. синдром инфицирования околоплодных вод (маловодие или многоводие),
 2. синдром плацентарной недостаточности,
 3. хориоамнионит,
 4. привычное невынашивание беременности,
 5. преждевременные роды,
 6. инфекционно-токсический синдром,
 7. синдром задержки внутриутробного развития плода,
 8. преждевременное излитие околоплодных вод.
- Ультразвуковыми признаками (неспецифическими), позволяющими заподозрить ВУИ в первом триместре, являются:
1. повышенный локальный тонус матки;
 2. отслойка хориона;
 3. деформация плодного яйца;
 4. прогрессирование истмико-цервикальной недостаточности функционального характера;

5. гипоплазия хориона;
6. увеличение или персистенция желточного мешка;
7. несоответствие размеров эмбриона размерам плодного яйца;
8. отсутствие редукции хорионической полости.

Ультразвуковыми признаками, позволяющими заподозрить ВУИ во втором и третьем триместрах, являются:

1. патология амниона и хориона (многоводие или маловодие, гиперэхогенная взвесь в околоплодных водах, амниотические тяжи, патология ворсинчатого хориона, плацентит, преждевременное старение плаценты);
2. полостные и подкожные отеки (неиммунная водянка, гидроторакс, двусторонний плевральный выпот);
3. кальцификаты во внутренних органах;
4. патология структуры органов плода (гиперэхогенный кишечник, пневматоз кишечника, пузырьки газа в желчном пузыре, гиперэхогенные большие почки при нормальных размерах мочевого пузыря, двустороннее повышение эхогенности легких);
5. пороки развития внутренних органов плода (поликистоз легких, почек);
6. гепато- и спленоmegалия у плода.

Абсолютным противопоказанием к вынашиванию беременности при инфекционных заболеваниях являются тяжелые формы хронического активного гепатита или цирроза печени, вызванные вирусом гепатита В и С, краснуха до 16 недель беременности, развитие тяжелых форм гемолитической болезни плода при парвовирусной В19-инфекции, развитие у беременной тяжелой формы ВВЗ-пневмонии (вирус Варицелла-Зостер).

К относительным показаниям для прерывания беременности относятся: первичный генитальный герпес, первичная ЦМВ-инфекция (цитомегаловирусная инфекция), острый токсоплазмоз на ранних сроках беременности, ВИЧ-инфекция, ветряная оспа в первые 20 недель беременности.

Материалы и методы

В нашем исследовании проведено обследование 152 беременных женщин, находящихся под наблюдением в БУЗ Орловской области «Родильный дом» в течение 2008-2013 годов, из которых 27,63%

– носители абсолютно патогенной флоры, 42,76% – с условно-патогенной и 29,61% – были пролечены от урогенитальных инфекций в ходе прегравидарной подготовки.

Результаты исследований

При обследовании всех пациенток проводили клинико-лабораторный анализ, соответствующий современному алгоритму обследования беременных.

В нашем исследовании выявлено, что акушерские осложнения, такие как фетоплацентарная недостаточность, угрожающий поздний выкидыш, угрожающий ранний выкидыш, встречались намного чаще в той группе, где беременные женщины были носителями абсолютной патогенной флоры, чуть реже – у пациенток с условно-патогенной флорой и практически не встречались у беременных, прошедших прегравидарную подготовку.

Также было выяснено, что осложнения беременности, такие как угроза прерывания, могли исчезнуть на фоне эффективной этиотропной терапии.

Женщины, пролеченные от инфекций антибактериальными препаратами, имели более хорошие показатели течения и исхода беременности и родов, причем, чем раньше было назначено лечение, тем лучше протекала беременность, роды происходили в срок, рождался здоровый доношенный ребенок.

Заключение

Пациентки, обследованные и пролеченные от урогенитальных инфекций до наступления беременности, имеют меньший риск развития осложнений настоящей беременности, родоразрешаются в срок, имеют здоровых доношенных детей.

Урогенитальные инфекции у беременных женщин вызывают риск развития акушерских осложнений, выраженность которых определяется видом возбудителя, фазой и длительностью инфекционного процесса. Наибольшее количество осложнений во время беременности и родов, а также в раннем неонатальном периоде наблюдается у пациенток с наличием абсолютно патогенной флоры.

Раннее обнаружение инфекционного процесса во время беременности способствует своевременному началу этиотропной терапии, что во многом предотвращает развитие серьезных акушерских осложнений.

Библиографический список

1. Антошкина К.В. Диагностика внутриутробной инфекции. Научные труды Научно-исследовательского института психологии и педагогики. Том 2. 2009г. 88с.
2. Богомолов Б.П. Инфекционные болезни: неотложная диагностика, лечение, профилактика. М.: Ньюдиамед, 2007. 568с.
3. Гасанова Т. А. Лабораторная диагностика инфекций, передающихся половым путем, при хронических воспалительных заболеваниях репродуктивной системы. Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунопатол. 2001. № 3. С. 60-65.
4. Глуховец Б.И., Глуховец Н.Г. Восходящее инфицирование фетоплацентарной системы. М.: Гэотар-Медиа, 2006. 239с.
5. Дмитриев Г. А. Урогенитальные бактериальные инфекции. Инфекции и антимикробная терапия. 2003. № 1. 5.

6. *Климов В.А.* Инфекционные болезни и беременность. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 288с.
7. *Матвиенко Н.А.* Профилактика внутриутробной инфекции. «Трудный пациент». №9. 2006.
8. *Нагорная В.Ф., Краснова Ж.А.* Диагностика и лечение инфекций половых органов у беременных.: Методические рекомендации, 2-е издание дополненное и переработанное. Киев 2005. 31с.
9. *Охупкин М.Б., Хитров М.В., Ильяшенко И.Н.* Инфекции, передающиеся половым путем.: Пособие для врачей и интернов. - Ярославль., 2000. 51.
10. *Сидорова И.С., Кулаков В.И., Макаров И.О.* Руководство по акушерству. М., 2006. 1009с.
11. *Сидорова И.С., Макаров И.О., Матвиенко Н.А.* Внутриутробная инфекция: диагностика, профилактика и лечение. М.: МЕДпресс-информ., 2008. 32с.

References

1. *Antoshkina K.V.* Diagnosis of fetal infection. Scientific papers of the Research Institute of Psychology and Pedagogy. Volume 2 . - 2009. – 88p.
2. *Bogomolov B.P.* Infectious diseases: emergency diagnosis, treatment, prevention. M. Nyudamed, 2007. – 568p.
3. *Hasanov T.* Laboratory diagnosis of infections, sexually transmitted diseases, and chronic inflammatory diseases of the reproductive system. Zh. microbiology, epidemiology and immunopatol. - 2001. - № 3. - 60-65.
4. *Glukhovets B.I., Glukhovets N.G.* Ascending infection of placental system. - Moscow: GEOTAR Media, 2006. - 239с.
5. *Dmitriev G.A.* Urogenital bacterial infection. Infections and antimicrobial therapy. 2003. № 1. 5.
6. *Klimov V.* Infectious diseases and pregnancy. - Moscow: MEDpress -Inform, 2009 . 288p.
7. *Matvienko N.* Prevention of intrauterine infection. «Difficult Patient» Number 9. 2006.
8. *Nagornaya V.F., Krasnova J.A.* Diagnosis and treatment of reproductive tract infections in pregnant women.: Guidelines, 2nd edition revised and supplemented. Kiev. 2005 . 31p.
9. *Okhapkin M.B., Khytrov M.V., Il'yashenko I.N.* Sexually Transmitted Infections.: A guide for doctors and interns. - Yaroslavl., 2000. 51p.
10. *Sidorova I.S., Kulakov Vladimir, Makarov I.O.* Guidelines for midwifery. Moscow, 2006. – 1009p.
11. *Sidorova I.S., Makarov I.O., Matvienko N.A.* Intrauterine infection: diagnosis, prevention and treatment. - Moscow: MEDpress -Inform., 2008. 32p.

УДК: 616.172.4

UDC 616.172.4

В.И. ВИШНЕВСКИЙ

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней Орловского государственного университета

Н.И. ГРОМНАЦКИЙ

член-корреспондент РАЕН, доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней № 2 Курского государственного медицинского университета

О.М. СУМАКОВА

аспирант кафедры внутренних болезней Орловского государственного университета

V.I. VISHNEVSKY

doctor of medical sciences, professor, department chair of internal diseases Orel state university

N.I. GROMNATSKY

corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, doctor of medical sciences, professor of chair of internal diseases No. 2 Kursk state medical university

O.M. SUMAKOVA

graduate student of chair of internal diseases Orel state university

ЗНАЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАЦИИ ЗУБЦА Т В ДИАГНОСТИКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ МИОКАРДА

VALUE OF ALTERNATION OF THE TOOTH OF T IN DIAGNOSTICS ELECTRIC INSTABILITY OF THE MYOCARDIUM

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является одной из важнейших проблем практической кардиологии. Наиболее частой причиной летальных исходов больных ИБС является внезапная сердечная смерть (ВСС). Степень риска развития ВСС у пациентов ИБС не одинакова. Микроальтернация зубца Т является относительно «новым» неинвазивным тестом, использование которого у больных ИБС позволяет получить достоверную информацию о предрасположенности пациента к развитию жизнеопасных аритмий. При сравнении уже известных стратификационных тестов и микроальтернации зубца Т были получены данные о ее важной прогностической значимости в оценке риска развития ВСС у больных ИБС.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, микроальтернация зубца Т, внезапная сердечная смерть.

Coronary heart disease (CHD) is one of the most important problems of the practical cardiology. The most common cause of deaths from coronary heart disease is sudden cardiac death (SCD). The degree of risk for SCD in patients with CHD is not identical. Mikroalternations T wave is a relatively «new» non-invasive test, the use of which in CHD patients allows to get reliable information about the disposition of the patient to the development of life-threatening arrhythmias. When comparing already known stratified tests and mikroalternations T wave have been obtained on its important prognostic value in assessing the risk of SCD in patients with CHD.

Keywords: coronary heart disease, mikroalternation of the T wave, sudden cardiac death.

Микроальтернации зубца Т (МТВА) стали объектом исследований в конце 80-х годов XX столетия [3]. Анализ микроколебаний зубца Т в диапазоне 1-30 мкВ стал возможным только с момента широкого использования цифровой ЭКГ и микропроцессорной обработки данных [7].

Даже в здоровом сердце периодические процессы де- и реполяризации миокарда при каждом сокращении имеют незначительные колебания, которые отражаются в низкоамплитудных колебаниях ЭКГ-сигнала (низкоамплитудная альтернация ЭКГ). Как и любые флуктуации в нелинейном объекте регулирования, микроальтернации зубцов ЭКГ являются эффективными маркерами скрытых процессов в миокарде, предшествующих патологическим изменениям.

Методы расчета альтернации зубца Т. Одной из особенностей анализа МТВА является ее оценка в определенных границах частоты сердечных

сокращений (ЧСС): преимущественно в ходе нагрузочных проб (велоэргометрической пробы или тредмил-теста), а при необходимости и в условиях фармакологических стресс-тестов или электрокардиостимуляции. Тест на МТВА может проводиться как самостоятельное исследование, так и в одном протоколе электрофизиологического исследования или нагрузочной пробы. Существует несколько способов определения МТВА. Некоторые из них направлены на описание частоты встречаемости МТВА в различных клинических группах, другие помогают объяснить ее механизмы, третьи распространяют анализ МТВА на новые методы обследования (например, суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру).

Для оценки МТВА применяются более 10 методов, но лишь 2 имеют распространение в мировой литературе и прикладных исследованиях:

1. спектральный метод (spectral method – SM) [3, 4];

2. модифицированный метод скользящего среднего (modified moving average – MMA) [5].

Спектральный анализ MTWA производится по последовательно идущим 128 QRST комплексам [4, 6]. Для каждой из точек Т волны строится последовательность из 128 разниц между значениями в этой точке у соседних комплексов. Каждая такая последовательность подвергается преобразованию Фурье после умножения на окно Хэмминга, после чего считается энергетический спектр (модуль спектра в квадрате). Затем усредненный спектр определяется как среднее арифметическое спектров для каждой из точек Т волны. Наличие выраженного пика в последней точке усредненного спектра (соответствующей нормированной частоте 0,5 – компоненте исходной последовательности с периодом в две точки, т.е. два QRS комплекса) говорит о наличии MTWA.

MTWA характеризуется двумя количественными параметрами:

1. амплитудой альтернации (Valt);
2. коэффициентом альтернации (k).

Величина Valt определяется как квадратный корень из разницы между значением усредненного энергетического спектра, соответствующего нормированной частоте 0,5 (т.е. последнее значение спектра), и средним значением спектрального шума.

Коэффициент k – это отношение вышеупомянутой разницы к среднему стандартному отклонению шума. Он свидетельствует о том, статистически значимо ли пик альтернации выделяется на уровне шума. За участок спектрального шума принимается интервал 0,40-0,46 (нормированные частоты).

Критерии по интерпретации полученных расчетов при спектральном анализе MTWA были предложены D.M. Bloomfield и R.J. Cohen [7]. Ими выделены 3 варианта результата теста на MTWA:

1) **положительный**. Критерии положительного теста: регистрируется устойчивая MTWA в течение более 1 минуты с $Valt \geq 1,9$ мкВ (μV) $k > 3$ в любом из ортогональных отведений (X, Y, Z) или двух прекардиальных отведениях, при условии, что альтернация зубца Т начинает регистрироваться при ЧСС < 110 ударов в минуту. При этом необходимо учитывать, что непригодных для анализа QRST комплексов не должно быть $> 10\%$, а уровень спектрального шума – не > 2 мкВ (μV).

2) **отрицательный**. Критерии отрицательного теста: отсутствие MTWA до тех пор, пока не будет достигнута ЧСС > 105 ударов в минуту («максимально отрицательная ЧСС»).

3) **сомнительный (неопределенный) тест**. Критерии сомнительного (неопределенного) теста: отсутствие достижения критериев положительного или отрицательного теста по ЧСС, Valt, k длительности, отведениям, наличие большого количества артефактов и других причин, по которым невозможно корректно оценить альтернации зубца Т.

Модифицированный метод скользящего среднего – MMA – основан на временном анализе MTWA [5].

В MMA методе комплексы разбиваются на две группы – четные и нечетные. В каждой группе скользящее среднее в какой-либо точке Т волны определяется для каждого QRS комплекса как значение среднего для предыдущего комплекса, скорректированное в зависимости от его соотношения с текущим комплексом:

- увеличенное соотношение, если разница между текущим и средним в этой точке положительна;
- уменьшенное соотношение, если эта разница отрицательна.

Значение, на которое корректируется среднее, пропорционально разнице между текущим и средним, если эта разница не превосходит некоторого порога или в противном случае равна этому порогу. Значение альтернации для текущего комплекса определяется как максимум разности между средними для четных и нечетных комплексов для каждой точки Т волны. Далее выбирается максимальное значение альтернации на протяжении 15 секунд. Однако, принимая во внимание большие величины Valt (в десятки раз) при MMA, чем при спектральном методе, требуются проспективные исследования с целью сравнения эквивалентности этих методов.

Многие исследователи полагают, что тест на MTWA способен стать одним из наиболее значимых предикторов для стратификации риска ВСС у пациентов с ИБС, сниженной ФВ ЛЖ и ХСН [1, 2, 8-10]. Высокая отрицательная прогностическая точность MTWA в этих группах пациентов соотносится с очень низкой вероятностью развития у них жизнеопасных желудочковых аритмий. Не исключено, что тест на MTWA в будущем обязательно будет учитываться при определении показаний к имплантации кардиовертера-дефибриллятора [1, 2].

Заключение. Данные литературы, основанной на доказательной базе, свидетельствуют о том, что MTWA – это один из эффективных неинвазивных предикторов риска развития жизнеопасных желудочковых аритмий и ВСС. MTWA, несомненно, займет свое место в комплексном обследовании пациентов группы риска ВСС.

Тест на MTWA, вероятно, может быть сравним с эндокардиальным электрофизиологическим исследованием. Однако он нуждается в дальнейшей оценке в крупных контролируемых клинических испытаниях, поскольку в настоящее время отсутствует достаточное число совпадений результатов по предиктивной значимости MTWA и данных по определению четких показаний к проведению теста MTWA. Кроме того, это необходимо для того, чтобы выяснить, действительно ли ведение пациентов с высоким риском жизнеугрожающих желудочковых аритмий, основанное на результатах теста на MTWA, улучшает их выживаемость и снижает процент имплантированных кардиовертеров-дефибрилляторов без срабатываний в будущем.

Библиографический список (References)

1. Moss A.J., Hall W.J., Cannom D.S., et al. Improved survival with an implanted defibrillator in patients with coronary disease at high risk for ventricular arrhythmia // N. Engl. J. Med. 1996. V. 335. P. 1933.
2. Bardy G.H., Lee K.L., Mark D.B., et al. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure // N. Engl. J. Med. 2005. V. 352. P. 225-237.
3. Smith J., Clancy E., Valeri C., et al. Electrical alternans and cardiac electrical instability // Circulation. 1988. V.77. P.110-121.
4. Rosenbaum D.S., Jackson L.E., Smith J.M., et al. Electrical alternans and vulnerability to ventricular arrhythmias // N. Engl. J. Med. 1994. V. 330. P. 235-241.
5. Nearing B. D., Verrier R. L. Modified moving average analysis of T-wave alternans to predict ventricular fibrillation with high accuracy // J. Appl. Physiol. 2002. V. 92. P. 541-549.
6. Narayan S.M. T-Wave Alternans and the Susceptibility to Ventricular Arrhythmias // J. Am. Coll. Cardiol. 2006. V. 47. P. 269-281.
7. Bloomfield D.M., Hohnloser S.H., Cohen R.J. Interpretation and classification of microvolt T-wave alternans tests // J. Cardiovasc. Electrophysiol. 2002. V. 13. P. 502-512.
8. Gehi A.K., Stein R.H., Metz L.D., Gomes J.A. Microvolt T-wave alternans for risk stratification of ventricular tachyarrhythmic events: a meta-analysis // J. Am. Coll. Cardiol. 2005. V. 46. P. 75-82.
9. Buxton A.E., Lee K.L., Fisher J.D., Josephson M.E., et al. A randomized study of the prevention of sudden death in patients with coronary artery disease Multicenter Unsustained Tachycardia Trial (MUSTT) // N. Engl. J. Med. 1999. V. 341. P. 1882-1890.
10. Moss A.J., Zareba W., Hall W.J., et al. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction // N. Engl. J. Med. 2002. V. 346. P. 877-883.

УДК 616-007.43:616-089

UDC 616-007.43:616-089

А.Б. ГОРПИНИЧ

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой
общей хирургии и анестезиологии Орловского государственного университета
E-mail: doc.goralex@mail.ru

A.B. GORPINICH

doctor of medical sciences, professor, department chair of
the general surgery and anesthesiology of the Orel state
university
E-mail: doc.goralex@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ВЕНТРАЛЬНЫХ ГРЫЖ

THE RESULTS OF POSTOPERATIVE VENTRAL HERNIA OPERATIVE TREATMENT

В статье анализируются результаты оперативного лечения 257 пациентов с послеоперационными вентральными грыжами. Все больные были разделены на 2 группы. В первой группе (108 пациентов) выполнялись аутопластические операции. Из них в экстренном порядке – 38(35,2%) больным. Во второй группе (149 пациентов) выполнялась пластика брюшной стенки с использованием сетчатого полипропиленового имплантата, которая в экстренном порядке произведена 14(9,4%) больным. Существенного отличия количества осложнений в первой и второй группе больных не отмечено. Серома является основным раневым специфическим для имплантации протеза осложнением.

Ключевые слова: послеоперационные вентральные грыжи, оперативное лечение, аутопластика, аллопластика, серома.

Operative treatment results of 257 patients with postoperative hernia are analyzed in the article. All the patients have been divided into two groups. In the first group (108) patients were performed autoplatic operation. From them 38 (35, 2%) patients were operated on emergency basis. The second group (149 patents) underwent abdominal wall plastic using polypropylene mesh implant from which 14 (9, 4%) patients were operated on emergency basis. No significant differences of complications in the first and second group of patients were observed. Seroma is a major wound-specific prosthesis implantation complication.

Keywords: Postoperative ventral hernias, surgical treatment, autoplatic, alloplastic, seroma.

Послеоперационные вентральные грыжи (ПОВГ) являются одним из наиболее распространенных осложнений после абдоминальных операций и имеют важное социально-экономическое значение [2,3]. Частота возникновения послеоперационных грыж после вмешательств, выполняемых из срединного лапаротомного доступа, составляет 5-14% [1,3].

Существует несколько классификаций послеоперационных вентральных грыж, но ни одна из них полностью не отвечает всем требованиям, каждая имеет недостатки [4]. Среди отечественных классификаций наиболее распространенной и удобной в клинической практике является классификация, разработанная К.Д. Тоскиным и В.В. Жебровским [5]. Особенностью этой классификации является то, что в основу определения величины грыжи положен анатомический принцип деления брюшной стенки на 9 областей. Это позволяет соразмерить величину грыжи с площадью передней брюшной стенки:

- малая (не изменяет формы живота и определяется только пальпаторно);
- средняя (занимает часть области передней брюшной стенки, выпячивая ее);
- обширная (полностью занимает область передней брюшной стенки, деформируя живот больного);
- гигантская (занимает 2-3 области и более; резко деформирует живот, мешает больному ходить).

Из зарубежных наиболее приемлема классификация, предложенная J. Chevrel A. Rath (1999) – SWR classification, признанная на международном уровне XXI Международным конгрессом герниологов в Мадриде [4,6]. Данная классификация включает три позиции – S, W, R; S – локализация грыжи: срединная (M), боковая (L) и сочетанная (ML); W – ширина грыжевых ворот: W1 – менее 5 см, W2 – от 5 до 10 см, W3 – от 10 до 15 см, W4 – более 15 см; R – наличие рецидива: R1, R2, R3 и т.д.. Именно эти параметры считаются главными в определении показаний к выбору того или иного вида пластики брюшной стенки.

Принципиально все существующие способы пластики грыжевых ворот принято подразделять на ауто- и аллопластические. В настоящее время широкое распространение получили оперативные вмешательства с применением протезирующих материалов, практически не вызывающих реакции отторжения. Разработаны сетчатые протезы, позволяющие закрывать большие грыжевые дефекты передней брюшной стенки, способствующие снижению травматичности операций по поводу грыж, сокращению сроков пребывания больных в стационаре, а также сроков социальной и трудовой реабилитации.

Сейчас существует четыре варианта расположения протеза при пластике послеоперационной грыжи передней брюшной стенки:

- надапоневротическая фиксация протеза («onlay»). В этом случае производится сшивание дефекта апоневроза край в край, а затем поверх шва укладывается протез (для этого подкожная клетчат-

ка отсекается на 5-6 см в каждую сторону) и подшивается к апоневрозу;

- подапоневротическая (ретромускулярная и предбрюшинная) фиксация протеза («sublay»). Край апоневроза после фиксации протеза к брюшине или к задней стенке влагалища прямых мышц живота сшиваются между собой край в край.

Под методикой «inlay» понимается пластика дефекта брюшной стенки протезом (частично или полностью) без его закрытия тканью апоневроза. Этот вариант применяется в основном в тех ситуациях, когда свести края грыжевых ворот невозможно или опасно из-за возможности развития сердечно-легочных осложнений, связанных с уменьшением объема брюшной полости, особенно у пациентов с сопутствующими сердечно-легочными заболеваниями;

- внутрибрюшная фиксация протеза («intraabdominal»). В этом случае протез фиксируется к брюшине без отграничения от внутренних органов. Основным условием данного вида пластики является использование неадгезивных многослойных сетчатых протезов (покрытых слоем противоспаечного компонента – окисленной регенерированной целлюлозы).

Целью исследования явилась сравнительная оценка результатов лечения ПОВГ аутопластическими и аллопластическими методами.

Нами проанализированы результаты лечения 257 пациентов с ПОВГ, находившихся на лечении в хирургическом отделении БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» с 2002 по 2010 год. Подавляющее количество больных были в возрасте от 40 до 60 лет и старше – 240 (93,4%) пациентов.

Все больные были разделены на 2 группы. В первой группе (108 пациентов) выполнялись аутопластические операции. Из них в экстренном порядке – 38 (35,2%) больным.

Во второй группе (149 пациентов) выполнялась пластика брюшной стенки с использованием сетчатого полипропиленового имплантата, которая в экстренном порядке произведена 14 (9,4 %) больным.

Все больные, оперированные в плановом порядке, обследовались в условиях поликлиники. Предоперационное клинко-инструментальное обследование, проводившееся на догоспитальном этапе, заключалось в выполнении общего и биохимического анализа крови, общего анализа мочи, исследования свертывающей системы крови, определения группы крови и резус-фактора, уровня сахара крови, проведения тестов на обнаружение маркеров гепатита В, С и ВИЧ-инфекции, постановки реакции Вассермана, рентгенографии органов грудной клетки, электрокардиографии, УЗИ органов брюшной полости, консультации терапевта, гинеколога. Больным, поступившим в экстренном порядке, проводился обязательный минимум обследования и кратковременная предоперационная подготовка.

Осложнения после пластики дефекта передней

брюшной стенки у больных с ПОВГ можно разделить на специфические (раневые) и неспецифические. К последним относят осложнения со стороны дыхательной системы (легочная недостаточность, бронхит, пневмония), сердечно-сосудистой системы (сердечная недостаточность, нарушения ритма, инфаркт миокарда), а также парез кишечника, кишечную непроходимость, тромбоэмболию легочной артерии.

У оперированных больных специфические (раневые) осложнения были представлены следующим образом. Серома выявлена у 33 оперированных пациентов. У плановых больных после аллопластики серома выявлена у 22 больных, после аутопластики – у 4 пациентов. У экстренных больных серома после аллопластики отмечена у 3 больных, после аутопластики – у 4 пациентов.

Нагноение послеоперационной раны у плановых больных после аллопластики отмечено у 1 больного, после аутопластики – у 2 пациентов. У 2 экстренных больных после аутопластики также отмечено нагноение послеоперационной раны.

Неспецифические осложнения развились у 18 больных. Ранняя острая спаечная кишечная непроходимость (ОКН) возникла у 5 плановых и 1 экс-

тренного больного после аллопластики. После аутопластики острая спаечная кишечная непроходимость развилась у 5 плановых и 2 экстренных больных. У всех больных ОКН купировалась комплексом консервативных мероприятий.

У 1 планового больного с аллопластикой отмечена аллергическая реакция с умеренными респираторными нарушениями и у 4 пациентов из той же группы возник антибиотикоассоциированный колит.

Послеоперационная летальность составила 3,1 % (8 больных). Причины послеоперационной летальности представлены следующим образом: у 2 больных – полиорганная недостаточность, у 2 пациентов – острая сердечно-сосудистая недостаточность и у 1 – острая почечная недостаточность, у 1 – массивная тромбоэмболия легочной артерии, у 1 – острая сердечно-легочная недостаточность, у 1 – острая постгеморрагическая анемия.

Резюмируя, можно отметить, что серома является основным раневым специфическим для имплантации протеза осложнением. Успех лечения больных с ПОВГ зависит от целого комплекса мероприятий, начиная с предоперационной подготовки, правильного ведения послеоперационного периода и внедрения в герниологию новых технологий и материалов.

Библиографический список

1. Жебровский В.В., Эльбашир М.Т. Хирургия грыж живота и эвентраций. Симферополь: Бизнес – Информ, 2002.
2. Ненатяжная герниопластика. / Под. ред. проф. В.Н. Егиева. М: Медпрактика, 2002.
3. Тимошин А.Д., Юрасов А.В., Шестаков А.Л. Хирургическое лечение паховых и послеоперационных грыж брюшной стенки. М: Триада – X, 2003.
4. Тимошин А.Д., Юрасов А.В., Шестаков А.Л. Конференция «Актуальные вопросы герниологии». Хирургия 2007;7:80.
5. Тоскин К.Д., Жебровский В.В. Грыжи брюшной стенки. М: Медицина, 1990.
6. Rath A.M., Chevrel J. Classification of incisional hernias of the abdominal // Hernia 2000; 4:1:1-7.

References

1. Zhebrovsky V.V., Elbashir M.T. Surgery of Abdominal Hernias and Aentrations. Simferopol: Business-Inform, 2002.
 2. Non-stretched hernioplastic. /Edit. prof. Egieva V.N., V.: Med practice, 2002.
 3. Timoshina A.D., Yurasov A.V., Shestakov A.L. Surgical treatment of groins and abdominal wall postoperative hernias. M.: Triada – X, 2003.
 4. Timoshin A.D., Yurasov A.V., Shestakov A.L. Conference “Actual Questions of Gerontology”. Surgery. 2007;7: 80.
 5. Toskin K.D., Zhebrovsky V.V. Abdominal Wall Hernias. M: Medicine. – 1990.
 6. Rath A.M., Chevrel J. Classification of incisional hernias of the abdominal // Hernia 2000; 4:1:1-7.
-

УДК 615.32:615.27

UDC 615.32:615.27

И.Л. ДРОЗДОВА

доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармакогнозии и ботаники Курского государственного медицинского университета
E-mail: irina-drozdova@yandex.ru

Т.М. ГРИГОРЬЕВА

кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры общей и биорганической химии Курского государственного медицинского университета

Т.И. ЛУПИЛИНА

аспирант кафедры фармакогнозии и ботаники Курского государственного медицинского университета

I.L. DROZDOVA

doctor of pharmaceutical sciences, professor of chair of a farmakognoziya and botany of Kursk state medical university
E-mail: irina-drozdova@yandex.ru

T.M. GRIGORYEVA

candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of the general and bioorganic chemistry of Kursk state medical university

T.I. LUPILINA

graduate student of chair of a farmakognoziya and botany of Kursk state medical university

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ТРАВЫ ИКОТНИКА СЕРОГО МЕТОДАМИ ТСХ И ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

RESEARCH OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE BERTEROA INCANA (L.) DC. HERBS BY THE METHODS OF TLC AND CHEMOLUMINESCENSE

В статье приведены результаты изучения антиоксидантной активности травы икотника серого (Berteroa incana (L.) DC.) методами ТСХ и хемилюминесценции. На основании полученных результатов указанное растение можно рассматривать в качестве перспективного источника природных соединений, обладающих антиоксидантной активностью. Антиоксидантная активность травы икотника серого изучена впервые.

Ключевые слова: икотник серый (Berteroa incana (L.) DC.), антиоксидантная активность.

The article runs about results of antioxidant activity research of Berteroa incana (L.) DC. using the methods of TLC and chemoluminescence. According to the results of investigation the above-mentioned plants can be regarded as perspective sources of compounds, possessing antioxidant activity. Antioxidant activity of the herb of Berteroa incana (L.) DC is studied for the first time.

Keywords: Berteroa incana (L.) DC., antioxidant activity.

В условиях постоянного стресса, ухудшения экологической обстановки, роста социальных заболеваний организм человека подвергается разрушающему действию свободных радикалов, что является причиной или важной составляющей многих серьезных заболеваний, таких как атеросклероз, онкологические заболевания, диабет, преждевременное старение. Вредное воздействие окислительного стресса можно снять с помощью своевременной антиоксидантной терапии. Наиболее перспективны для коррекции антиоксидантного статуса организма человека продукты растительного происхождения, богатые полифенолами, витаминами, каротиноидами и другими соединениями [12]. Препараты из лекарственных растений, содержащие комплекс биологически активных веществ, действуют на различные системы организма, в том числе на систему антиоксидантной защиты. Это обеспечивает возможность использования препаратов для профилактики и комплексной терапии свободно-радикальных патологий [10,14]. Результаты научных исследований и данные клини-

ческой практики позволяют сделать вывод о перспективности применения антиоксидантов растительного происхождения, обладающих мягким воздействием на организм и сравнительно низкой токсичностью, для профилактики и коррекции патологий, возникающих в результате активации процессов свободно-радикального окисления [1,10,11].

Одними из перспективных растений являются представители рода Икотник (Berteroa DC.) семейства крестоцветные (Brassicaceae). Данный род включает 8 видов. Во флоре России представлены 2 вида, в среднерусском регионе – 1 вид (икотник серый) [6,13].

Икотник серый (Berteroa incana (L.) DC.) – двулетнее травянистое растение, высотой 10-70 см, с прямым, ветвистым стеблем. Листья ланцетные, острые, с редкими зубцами: прикорневые – черешковые, стеблевые – сидячие. Цветки в густых кистях. Лепестки длиной 5-6 мм, глубоко надрезанные, белые, вдвое длиннее чашечки. Плоды – продолговато-эллиптические стручки, длиной 4,5-9 мм,

выпуклые, густо опушенные. Все растение серо-зеленое от звездчатых и немногих ветвистых волосков. Цветет и плодоносит с мая по сентябрь [6,13].

Икотник серый распространен во всех районах Европейской части России, на Кавказе, в западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке. Растет по сухим открытым местам, на каменистых склонах, полянах, опушках, вырубках, лугах, вдоль дорог, иногда как сорное в посевах, у жилья. Встречается во всех среднероссийских областях как обычное растение [4,9,11,13].

В настоящее время икотник серый используется только в народной медицине при заболеваниях опорно-двигательного аппарата, нервной, репродуктивной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Данный вид издавна применялся при артритах, гипоксии, икоте, ранах, растяжении связок, диспепсии, головной боли [3].

Из данных литературы известно, что в семенах икотника серого содержатся тиогликозиды, высшие жирные кислоты, жирное масло [11]. Подземная часть содержит до 3,6% дубильных веществ и до 0,8% алкалоидов. В листьях обнаружены карденолиды, кумарины, флавоноиды, органические кислоты, витамин С [3].

Цель работы: исследование антиоксидантной активности настоя, водорастворимых полисахаридов (ВРПС) и спиртового экстракта травы икотника серого.

Объектом исследования служила воздушно-сухая измельченная трава икотника серого. Сырье заготавливалось в 2012 г. в Курской области в период массового цветения растений. Для исследований использовали настой из травы икотника серого, который готовили по методике ГФ XI [2], 1% раствор водорастворимых полисахаридов (ВРПС) и спиртовое извлечение на 70% спирте этиловом.

Методы исследования. Исследования антиоксидантной активности проводили методами тонкослойной хроматографии (ТСХ) и хемилюминесцентного анализа.

На первом этапе проводили скрининг на наличие в исследуемом виде веществ, проявляющих антиоксидантную активность. Для этого настой, ВРПС, спиртовое извлечение травы икотника серого (0,02 мл) наносили на хроматографические пластинки «Силуфол», предварительно обработанные в хроматографической камере 96% спиртом этиловым и высушенные при температуре 105°C. Разделение проводили в системе растворителей: этилацетат-муравьиная кислота-хлороформ (3:3:1). После кратковременного высушивания на воздухе пластинки обрабатывали 3% раствором линетола в гексане и инкубировали при температуре 70°C в течение 20-25 минут. При этом происходило образование перекисей. В пятнах хроматограмм, заключавших компоненты с антиоксидантной активностью, образование перекисей не происходило или оно протекало замедленно. Такие компоненты обнаруживали визу-

ально при помощи проявляющих реагентов. Одну из хроматограмм обрабатывали реагентом состава: 30 мл смеси спирта этилового 96%, уксусной кислоты и хлороформа (5:3:2, по объему) и 1 мл насыщенного водного раствора натрия иодида; антиоксиданты обнаруживались на пластинках в виде белых или желтоватых пятен на темно-буrom фоне. Другую хроматограмму обрабатывали 0,3% раствором N,N-диметил-n-фенилендиаминa в гексане; антиоксиданты проявлялись в виде светлых пятен на розовато-буrom фоне [6]. В зависимости от хроматографической подвижности обнаруженные антиоксиданты условно подразделяли на полярные (R_f 0-0,20), среднеполярные (R_f 0,21-0,50), неполярные (R_f 0,51-1,0). Относительное содержание (активность) антиоксидантов в исследуемом препарате устанавливали визуально по размеру, белизне и устойчивости пятен. Слабые, единичные и быстро (до 1 часа) исчезающие пятна оценивали одним знаком «+»; более яркие и устойчивые (до 5 часов) - «++»; множественные, яркие и устойчивые - «+++» [7].

Оценку антиоксидантной активности настоя и ВРПС травы икотника серого проводили хемилюминесцентным методом. Уровень Fe^{2+} -индуцированной хемилюминесценции определяли на приборе биохемилюминесцентном БХЛ-06 по общепринятому методу [5,8]. При проведении опытов по определению собственной антиокислительной активности настоя использовали модельную систему, при этом среда инкубации содержала 0,2 мл фосфатного буфера (20 мМ KH_2PO_4 , 105 мМ KCl , pH 7,40); 0,2 мл суспензии липосом; 0,2 мл раствора зозина (2,7 мМ), 0,2 мл $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (38,5 мМ). После двухминутной инкубации в термостате при температуре 37°C, в систему добавляли исследуемый настой, ВРПС (0,2 мл) и инкубировали 2 минуты. Раствор исследуемого препарата вносили в модельную систему и определяли его ингибирующее действие на модельное свечение. Степень подавления хемилюминесценции свидетельствует о суммарной антиоксидантной активности; таким образом, данным методом проводится определение тормозящего влияния исследуемого препарата на развитие свободнорадикальных процессов в модельной системе. Для оценки влияния исследуемого настоя и ВРПС на кинетику индуцированной хемилюминесценции определяли степень подавления хемилюминесценции, выраженной в %. Каждый образец проанализировали в 5 повторностях. Результаты обработаны статистически по ГФ XI [2].

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что в состав настоя, ВРПС и спиртового извлечения травы икотника серого входят соединения, проявляющие антиоксидантную активность. Повышенная антиоксидантная активность травы икотника серого связана с наличием в нем неполярных и среднеполярных компонентов (табл. 1).

Методом ТСХ в настое и ВРПС из травы икотника серого обнаружили по 3 вещества, в спиртовом извлечении – 2 вещества, относящиеся к среднеполярным (R_f 0,21-0,50) и неполярным (R_f 0,51-1,0) соединениям. Наиболее множественные и устойчивые пятна обнаружены у настоя и ВРПС, поэтому дальнейшее их исследование проводили методом хемилюминесцентного анализа.

Исследование влияния настоя и ВРПС травы икотника серого на параметры Fe^{2+} -индуцированной хемилюминесценции показало, что испытуемые препараты оказывают ингибирующее влияние на кинетику хемилюминесценции, о чем свидетельствует снижение свечения модельной системы на 9,6% и 8,0% соответственно (табл. 1).

Выводы. Исследование настоя, ВРПС и спиртового извлечения травы икотника серого на наличие БАВ, обладающих антиоксидантной активностью, показало наличие в них соединений, проявляющих такую активность. Установлено, что настоем и ВРПС травы икотника серого достоверно оказывают ингибирующее влияние на кинетику хемилюминесценции, о чем свидетельствует подавление хемилюминесценции на 9,6% и 8,0% соответственно по сравнению с контролем.

На основании полученных результатов икотник серый можно рекомендовать для более глубокого изучения в качестве перспективного источника природных антиоксидантов. Антиоксидантная активность травы икотника серого исследована впервые.

Таблица 1.

Влияние настоя и ВРПС травы икотника серого на антиоксидантную активность

Исследуемые объекты	ТСХ			Показатели хемилюминесценции (ХЛ)	
	нп	сп	п	Интенсивность ХЛ (импульсы), $X \pm \Delta X$	% снижения свечения
Контроль	-	-	-	156,3 $\pm$ 1,7	-
Настой травы икотника серого	++	+	-	141,3 $\pm$ 3,2*	9,6%
ВРПС травы икотника серого	++	++	-	143,8 $\pm$ 2,8*	8,0%

Примечание:

* - достоверные изменения по отношению к контролю;

нп - неполярные, сп - среднеполярные, п - полярные соединения.

Библиографический список

1. Антиоксидантная активность – показатель качества эффективности фитопрепаратов / Е.И. Шкарина, Т.В. Максимова, В.П. Пахомов и др. // Фармация на современном этапе – проблемы и достижения. Сб. науч. Тр. НИИФ. М., 2000. Т. 39, ч.2. С. 168-174.
2. Государственная фармакопея СССР: Вып.1. Общие методы анализа / МЗ СССР. 11-е изд., М., 1987. 336 с.
3. Дикорастущие полезные растения России. / Отв. ред. А.Л. Буданцев, Е.Е. Лесиовская. СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. 663 с.
4. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 2: Покрывосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.А. Губанов, К.В. Киселёва, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. Ин-т технологических исследований. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2003. 665 с.
5. Кайшев А.Ш. Антиоксидантная активность биокомпозиций на основе спиртовых отходов / А.Ш. Кайшев, С.А. Реккандт, Н.Ш. Кайшева, В.А. Челомбитко // Фармация. 2009. № 5. С.7-10.
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России / П.М. Маевский. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
7. Максимов О.Б. Скрининг для обнаружения антиоксидантов в экстрактах из растений / О.Б. Максимов, Н.М. Ребачук, Л.В. Богуславская // Раст. ресурсы. 1985. Т. 21, вып.2. С. 216-220.
8. Методы клинических лабораторных исследований / Под ред. В.С. Камышников. Минск: Бел. наука, 2001. 695 с.
9. Полуянов А.В. Сосудистые растения Курской области / А.В. Полуянов, Н.А. Прудников. Курск, КГУ, 2005. 80 с.
10. О влиянии биологически активных веществ на антиоксидантную активность фитопрепаратов / Е.И. Шкарина, Т.В. Максимова, И.Н. Никулина, Е.Л. Лозовская и др. // Химико-фармацевтический журнал. 2001. Т. 35, № 6. С. 40-47.
11. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.2. Семейства Actinidiaceae-Malvaceae, Euphorbiaceae-Haloragaceae / Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 513 с.
12. Федина П.А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом / П.А. Федина, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 91-97.
13. Флора средней полосы России: Атлас-определитель / Киселева К.В., Майоров С.Р., Новиков В.С. Под ред.

проф. В.С. Новикова. М.: ЗАО «Фитон+», 2010. 544 с.

14. Шанин Ю.Н. Современные антиоксидантные препараты в клинической практике / Ю.Н. Шанин, Б.А. Парамонов, Е.В. Зиновьев // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2003. Т. 34. № 11 (ноябрь). С. 11-28.

References

1. Antioxidant activity – an indicator of quality of efficiency of phytopreparations / E.I. Shkarina, T.V. Maksimov, V.P. Pakhomov, etc.//Pharmacy at the present stage – problems and achievements. Сб. науч. Тр. NIIF. - М, 2000. - Т. 39, ч.2. - Page 168-174.
2. State pharmacopeia of the USSR: Вып.1. Analyses / MZ USSR general methods. - 11th prod. M., 1987. - 336 pages.
3. Wild-growing useful plants of Russia. / Отв. edition A.L. Budantsev, E.E. Lesiovskaya. - SPb. : SPHFA publishing house, 2001. - 663 pages.
4. The illustrated determinant of plants of Central Russia. Volume 2: Pokrytosemennye (the two-submultiple: razdel-nolepestry) / I.A. Gubanov, K.V. Kiselyova, V. S. Novikov, V. N. Tikhomirov. Ying t of technological researches. - М.: Association of scientific editions of KMK, 2003. - 665 pages.
5. Kayshev A.Sh. antioxidant activity of biocompositions on the basis of spirit waste / A.Sh. Kayshev, S. A. Rekkandt, N. Sh. Kaysheva, V.A. Chelombitko//Pharmacy. - 2009 . - No. 5. - Page 7-10.
6. Mayevsky P F. Flora of a midland of the European part of the Russia / Item M. Mayevsky. - М.: Association of scientific editions of KMK, 2006. - 600 pages.
7. Maksimov O.B. screening for detection of antioxidants in extracts from plants / Island B. Maksimov, N. M. Rebachuk, L.V. Boguslavskaya//Rast. resources. - 1985 . - Т. 21, вып.2. - Page 216-220.
8. Methods of clinical laboratory trials / Under the editorship of V. S. Kamyshnikov. – Minsk: It is white. science, 2001. - 695 pages.
9. Poluyanov A.V. vascular plants of Kursk region / A.V. Poluyanov, N. A. Prudnikov. - Kursk, KGU, 2005. - 80 pages.
10. About influence of biologically active agents on antioxidant activity of phytopreparations / E.I. Shkarina, T.V. Maksimov, I.N. Nikulin, E.L. Lozovskaya, etc.//Chemical and pharmaceutical magazine. - 2001 . - Т. 35, No. 6. - Page 40-47.
11. Vegetable resources of Russia: Wild-growing floral plants, their component structure and biologicheksy aktivnost. T.2. Families Actinidiaceae-Malvaceae, Euphorbiaceae-Haloragaceae / Отв. edition A.L. Budantsev. – SPb. ; М.: Association of scientific editions of KMK, 2009. – 513 pages.
12. Fedina, P. A. Definition of antioxidants in phytogenesis products amperometrichecky method / P.A.Fedina, A.Ya. Yashin, N. I. Chernousova//Chemistry of vegetable raw materials. – 2010 . - No. 2. – Page 91-97.
13. Flora of a midland of Russia: Atlas determinant / Kiselyova K.V. S.R.'s majors, Novikov V. S. Under the editorship of the Prof. V. S. Novikov. - М.: JSC Fiton +, 2010. – 544 pages.
14. Shanin Yu.N. Modern antioxidant preparations in clinical practice / Yu.N. Shanin, B. A. Paramonov, E.V. Zinovyev// Bulletin of experimental biology and medicine. - 2003 . - Т. 34 . - No. 11 (November). - Page 11-28.

УДК 618.3:615.656

UDC 618.3:615.656

Н.А. КОНЫШКО

кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии Смоленской государственной медицинской академии
E-mail: Nkonyshko@yandex.ru

N.A. KONYSHKO

PhD, Associate Professor Department of Therapy of Smolensk State Medical Academy
E-mail: Nkonyshko@yandex.ru

АНАЛИЗ РЯДА СТРУКТУРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЦА У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С СОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

ANALYSIS OF THE CARDIAC STRUCTURAL-GEOMETRIC PARAMETERS IN PREGNANT WOMEN WITH THE SOMATICAL PATHOLOGY

В настоящей статье представлены данные эхокардиографических гемодинамических параметров беременных женщин в зависимости от наличия соматической патологии: артериальной гипертензии и увеличения индекса массы тела. Целью исследования являлось изучение влияния антропометрических параметров беременных женщин на изменение структурно-геометрических показателей сердца в зависимости от характера соматической патологии. Проведено комплексное клиническое обследование 378 амбулаторных и стационарных пациенток женского пола в возрасте от 18 до 47 лет с соматической патологией в период беременности: артериальной гипертензией, ожирением. На основании проведенных исследований выявлено, что при ожирении в каждом втором случае механизмы структурной перестройки левых камер сердца запускаются еще на ранней стадии даже при нормотензии.

Ключевые слова: беременные женщины, артериальная гипертензия, гестоз, ремоделирование миокарда, ожирение.

This article presents echocardiography hemodynamic data in pregnant women with somatic pathology/The purpose of a study was the investigation of the influence of the anthropometric parameters of the pregnant women on a change of the structural-geometric indices of heart in the dependence on the nature of somatic pathology. Is carried out the complex clinical inspection of 378 dispensary and stationary patients of feminine sex in the age from 18 to 47 years with the somatic pathology in the period of the pregnancy: by arterial hypertension, by obesity. On the basis conducted investigations it is revealed, that with obesity in each second case the mechanisms of the left cardiac cavities structural reconstruction even at the early stage even with normal blood pressure.

Keywords: pregnant women, arterial hypertension, myocardial remediation, obesity.

Артериальная гипертензия (АГ) беременных является одной из основных причин материнской смертности – более чем 50000 женщин/год и второй по частоте – фетальной и неонатальной. Частота гипертензивных состояний у беременных колеблется от 15 до 20%; в различных регионах России она составляет от 7 до 29%.

Гипертония, возникающая у беременных женщин, выявляется не только в период гестации, но и часто в последующей жизни. В ряде случаев виновником болезни можно считать плаценту. Одна из гипотез относительно патогенеза данной патологии постулирует: плацентарная ишемия-гипоксия может привести к распространенной дисфункции материнского сосудистого эндотелия. Многочисленные прочие факторы, включая генетические, иммунологические, поведенческие и экзогенные, также вовлечены в процесс формирования гипертензии. Развитие соматической патологии связано с нарушением метаболических процессов в организме беременной. Зарубежные исследователи путём ретроспективного

регрессионного анализа определили прогностические критерии артериальной гипертензии беременных. Это увеличение ИМТ, среднего артериального давления, отягощённый наследственный анамнез по сердечно-сосудистой патологии.

Цель

Целью исследования являлось изучение влияния антропометрических параметров беременных женщин на изменение структурно-геометрических показателей сердца в зависимости от характера соматической патологии.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на кафедре факультетской терапии Смоленской государственной медицинской академии, на базе отделения патологии беременности Родильного дома, женской консультации ОГБУЗ «Клиническая больница №1», ОАО Медицинский центр «Гинея» (г. Смоленск) в 1999-2011 гг.

Проведено комплексное клиническое обследование 378 амбулаторных и стационарных пациенток женского пола в возрасте от 18 до 47 лет с соматической патологией в период беременности: артериальной гипертензией (АГ), ожирением. Контрольную группу составили пациентки женского пола в аналогичном возрастном диапазоне без клиники данной патологии и указаний на нее в анамнезе. Критерием включения в основную группу являлись наличие указанной патологии в период беременности, живого плода, согласие пациентки на проведение обследования.

Критерии исключения из исследования.

1. Данные анамнеза и/или клинического обследования, позволяющие предположить вторичную (симптоматическую) АГ.

2. Артериальная гипертензия III степени тяжести.

3. Наличие алкогольной или лекарственной зависимости, которая, по мнению исследователя, препятствует включению пациента в исследование.

4. Пороки сердца, среднетяжелая и тяжелая экстрагенитальная патология.

5. Ожирение неалиментарной природы, сахарный диабет.

6. Тяжелая форма гестоза.

7. Отказ пациентки от участия в исследовании, наличие у пациентки особенностей поведения, не устраивающих исследователя.

Анализ структурно-геометрических показателей сердца у пациенток клинических групп позволил установить наличие достоверных отличий ряда исследованных ЭХО-КГ параметров в группах беременных с ожирением и с артериальной гипертензией

в сравнении с группой контроля (табл. 1).

Сферическая или близкая к данной форме конфигурация левого предсердия, выявленная в исследуемых группах, является переходной от нормальной эллипсоидной формы к структурно и гемодинамически невыгодной форме. Подтверждением тому являются достоверно более высокие, чем в группе контроля значения индекса сферизации левого предсердия (ИС ЛП) как в группе пациенток с ожирением ($p = 0,0001$), так и в группе больных АГ ($p = 0,0001$). При этом у пациенток с АГ размер левого предсердия оказался не только достоверно больше значений контрольной группы ($p = 0,0001$), но и таковых у пациенток с ожирением ($p = 0,019$).

Небольшое, но достигающее достоверности увеличение значений отношения толщины межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка в диастолу (ТМЖПд/ТЗСЛЖд) у пациентов с индексом массы тела, соответствующим ожирению, указывает на превалирование в процессе ремоделирования левого желудочка толщины межжелудочковой перегородки над ТЗСЛЖ ($p = 0,0001$ и $p = 0,0001$, соответственно), и это подтверждено сравнительным анализом более точных величин толщины стенок левого желудочка (ОТ МЖП и ОТ ЗСЛЖ).

Следует отметить, что индекс массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) оказался достоверно большим, чем в контроле ($p = 0,009$) лишь у пациенток с артериальной гипертензией, тогда как ИММЛЖр – в обеих группах ($p = 0,0001$ для обеих групп).

При сравнительном анализе структурно-геометрических показателей правых отделов сердца у пациенток с ожирением (табл. 2) установлено, что

Таблица 1.

Структурно-геометрические показатели левых отделов сердца у беременных женщин с артериальной гипертензией и с ожирением

Группы Признаки	Контрольная группа (к), (n = 40)	Группа с ожирением (1), (n = 60)	Группа с АГ (2), (n = 31)	p (1-к)	p (2-к)	p (1-2)
ЛП, см	3,36 (3,31+3,4)	3,57 (3,245+3,74)	3,7 (3,55+3,78)	0,124	0,0001*	0,02*
ИС ЛП, усл. ед.	0,60 (0,59+0,61)	0,66 (0,59+0,79)	0,75 (0,68+0,84)	0,0005*	0,0001*	0,851
ТМЖПд, см	0,75 (0,8+0,9)	0,92 (0,74+1,05)	1 (0,7+1,1)	0,134	0,176	0,756
ТЗСЛЖд, см	0,8 (0,8+1,0)	0,90 (0,7+1,0)	0,95 (0,7+1,0)	0,760	0,666	0,724
ТМЖПд/ТЗСЛЖд усл. ед.	0,84 (0,7+1,0)	1,01 (0,99+1,11)	1,13 (1+1,08)	0,0001*	0,0001*	0,798
ОТ МЖП, усл. ед.	0,35 (0,32+0,36)	0,40 (0,35+0,43)	0,43 (0,28+0,45)	0,013*	0,173	0,715
ОТ ЗСЛЖ, усл. ед.	0,35 (0,35+0,40)	0,3 (0,34+0,43)	0,4 (0,3+0,44)	0,327	0,256	0,812
ОТС, усл. ед.	0,36 (0,33+0,38)	0,39 (0,34+0,43)	0,41 (0,29+0,44)	0,099	0,195	0,628
ИКДР, см/м2	2,5 (2,39+2,59)	2,5 (2,33+2,60)	2,5 (2,26+2,80)	0,537	0,644	0,343
ИКСП, см/м2	1,9 (1,89+2,04)	1,66 (1,44+1,74)	1,71 (1,49+1,97)	0,0001*	0,012*	0,147
ИММЛЖв, г/см2	78,77 (74,89+89,96)	81,52 (66,21+101,11)	108,75 (77,4+100,10)	0,338	0,007*	0,116
ИММЛЖр, г/м	35,53 (31,92+36,95)	47,18 (38,77+55,61)	55,61 (40,71+57,88)	0,0001*	0,0001*	0,232
ИОМ, мл/г	0,63 (0,57+0,67)	0,67 (0,54+0,75)	0,56 (0,52+0,71)	0,932	0,245	0,319

Примечание: здесь и далее * – статистически достоверные различия высокой и очень высокой степени.

толщина передней стенки правого желудочка (ТПС ПЖ) в обеих группах превышала значения контрольной группы ($p = 0,003$ и $p = 0,001$, соответственно), тогда как значения размера правого предсердия и ИКДР ПЖ оказались достоверно большими лишь у беременных с артериальной гипертензией ($p = 0,0001$ и $p = 0,029$ соответственно).

Полученные результаты указывают на то, что у беременных с увеличением индекса массы тела имеет место формирование не только гипертрофии левого желудочка, но и гипертрофии стенок правого желудочка. Данные обстоятельства логично объясняют патогенез развития субстрата и прогрессии сердечной недостаточности. Прогрессирование метаболического синдрома и/или развитие артериальной гипертензии предполагает высокую вероятность появления гипертрофии, и, как следствие, неблагоприятного изменения его геометрии с переходом к сферической форме и последующей дилатации.

При сравнении частоты формирования различных типов ремоделирования левого желудочка в клинических группах установлено (табл. 3), что нормальная геометрия левого желудочка чаще регистрировалась у пациенток с ожирением, чем у больных артериальной гипертензией – в 58% и 9%, соответственно ($p = 0,001$), тогда как эксцентрическая гипертрофия достоверно чаще встречалась у пациенток с артериальной гипертензией – 13,3% и 45,3%, соответственно ($p = 0,01$). Частота развития КР и КГ в сравниваемых группах практически не различалась.

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют: при ожирении в каждом втором случае механизмы структурной перестройки левых камер сердца запускаются еще на ранней стадии даже при нормотензии.

Таким образом, развитие артериальной гипертензии при изменении трофологического статуса и

свойственных ему тканевой гипоксии, оксидативному стрессу и гиперинсулинемии, наряду с ожирением, способствует гипертрофии миокарда левого желудочка и последующему его ремоделированию (сферизации), морфологическому субстрату сердечной недостаточности. Выявленная при этом тенденция к увеличению частоты концентрической гипертрофии у беременных с артериальной гипертензией показывает, что увеличение массы тела на фоне сердечно-сосудистой патологии беременности сопровождается увеличением доли пациенток с формированием гипертрофии миокарда левого желудочка не только концентрического её варианта, но и прогностически более неблагоприятного – эксцентрического.

У беременных с ожирением процессы ремоделирования левых камер сопровождаются изменением геометрии левого предсердия – увеличением его индекса сферизации, увеличением массы миокарда левого желудочка. Около половины обследованных в данной клинической группе имели патологические типы геометрии левого желудочка с отсутствием достоверных различий в частоте встречаемости отдельных вариантов. Геометрия правого желудочка при ожирении характеризовалась увеличением толщины передней стенки правого желудочка.

У наблюдаемых с артериальной гипертензией наряду с увеличением индекса сферизации левого предсердия нарастал его продольный размер. Выраженность гипертрофии ЛЖ была сравнима с показателями группы с ожирением, но увеличилась доля пациенток с патологическими типами ремоделирования, с тенденцией к преобладанию эксцентрического варианта. Структурно-геометрическое ремоделирование правых отделов в данной клинической группе характеризовалось увеличением размеров как правого предсердия, так и правого желудочка с увеличением толщины его передней стенки.

Таблица 2.

Структурно-геометрические показатели правых отделов сердца в группах беременных в зависимости от наличия соматической патологии

Группы Признак	Контрольная группа (к), (n = 40)	Группа с АГ (1), (n = 50)	Группа с ожирением (2), (n = 25)	P (1-к)	P (2-к)	P (1-2)
ПП, см	2,9 (2,79-3,1)	3,4 (2,8+3,5)	3,6 (3,3+3,6)	0,545	0,0001*	0,055
ИКДР ПЖ, см	1,08 (1,01+1,14)	1,07 (0,94+1,35)	1,25 (1,05+1,38)	0,815	0,029*	0,03
ТПС ПЖ, см	0,35 (0,3-0,39)	0,45 (0,35+0,51)	0,5 (0,45+0,57)	0,003*	0,0001*	0,079

Таблица 3.

Частота типов ремоделирования левого желудочка у беременных с артериальной гипертензией и с ожирением

Группы	Типы ремоделирования			
	N	КР	ЭГ	КГ
Беременные с ожирением (1) (n = 60)	53 %	27 %	13,3 %	6,7 %
Беременные с АГ (2) (n = 31)	11 %	19 %	46 %	24 %
p 1-2	0,001	0,844	0,01	0,08

Библиографический список (References)

1. *Ahima R.S.* Trends of the Endocrinology and Metabolism. 2006. N 11. P. 327–332.
 2. *Ahmad S, Ahmed A.* Circulation Research. -2004. - V. 95.- P. 884–891.
 3. *Gale S.M.* Nutrition.-2004. - V. 134.- P. 295–298.
 4. *Heitmann B.L.* Obesity Relation Metabolic Disorders.-2000.-V. 24.- P.1347–1352.
 5. *Kershaw E.E.* Clinical Endocrinology Metabolism.-2004.-V. 89.- P.2548–2556.
 6. *Konno S.C., Benicio D' Aquino M.H.* Revista Saude Publica. -2007.- V. 41.- N 6.- P. 995-1002.
 7. *Laraia B.A., Bodnar L.M.* Public Health Nutrition. -2007.-V. 10.-N 9. - P. 920-926.
 8. *Nogueiras R., Gualillo O.* Obesity Research. -2003.- V. 11.- N 3.- P.408-414.
 9. *Poon L.C., Kametas N.A.* Hypertension. -2009.-V. 53. - N 5.-P. 812-8.
 10. *Rasmussen K.M.* Annual Review of Nutrition.- 2007. - V. 27.- P. 103-121.
 11. *Rath W., Fischer T.* Deutsches Arzteblatt. -2009.- V. 106.- N 45.- P. 733-738.
 12. *Redman C.W., Sargent I.L.* Science. -2005.-N 10. - P.5728.
 13. *Roberts J.M., Pearson G., Cutler J., Lindheimer M.* Hypertension.- 2003.-V. 41.-P. 437–445.
 14. *Siege-Riz A.M., King J.C.* Journal of the American Dietary Association. -2009. - V. 109.-N 5.-P. 918-927.
 15. *Wallace J., Bourke D., Da Silva P.* Reproduction.- 2001.- V. 122.- P. 347–357.
 16. *Wang J.X., Davies M.* British Medical Journal.-2000. - V. 321.- P. 1320–1321.
 17. WHO. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva: World Health Organization. - 2000. -Report No.: WHO Technical Report Series N 894.
 18. *Yekta Z., Ayatollahi H.* BMC Pregnancy Childbirth. -2006. - N 4.- P.6-15.
 19. *Yu Ch.H.,* American Journal of Obstetrics and Gynecology. -2005. - V. 193.- P.429–436.
 20. *Zhou Y. et al.* American Journal of the Pathology. -2002. - V. 160.- N 4.- P. 1405–1423.
-

УДК 616-001.19-085:577.175.823

UDC 616-001.19-085:577.175.823

В.А. ЛАЗАРЕНКО

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой хирургических болезней Курского государственного медицинского университета
E-mail: kurskmed@mail.ru

Е.Б. АРТЮШКОВА

доктор биологических наук, директор НИИ Экологической медицины Курского государственного медицинского университета
E-mail: eartyushkova@mail.ru

В.Н. МИШУСТИН

доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургических болезней Курского государственного медицинского университета
E-mail: vladimirshesf2011@mail.ru

Г.Н. ГОРЯИНОВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической анатомии Курского государственного медицинского университета

И.А. МОНОВЦОВ

кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургических болезней Курского государственного медицинского университета
E-mail: moni-1@yandex.ru

Л.Л. КВАЧАХИЯ

кандидат медицинских наук, ассистент кафедры хирургических болезней Курского государственного медицинского университета
E-mail: levan77@yandex.ru

А.Л. ЧИГУНАДЗЕ

аспирант кафедры хирургических болезней Курского государственного медицинского университета
E-mail: alessio18@mail.ru

V.A. LAZARENKO

doctor of medical sciences, professor, department chair of surgical diseases of KGMU
E-mail: kurskmed@mail.ru

E.B. ARTYUSHKOVA

doctor of biological sciences, director of scientific research institute of Ecological medicine of KGMU
E-mail: eartyushkova@mail.ru

V.N. MISHUSTIN

doctor of medical sciences, professor of chair of surgical diseases of KGMU
E-mail: vladimirshesf2011@mail.ru

G.N. GORYAINOVA

candidate of medical sciences, associate professor of pathological anatomy of KGMU

I.A. MONOVTSOV

candidate of medical sciences, associate professor of surgical diseases of KGMU
E-mail: moni-1@yandex.ru

L.L. KVACHAKHY

candidate of medical sciences, assistant to chair of surgical diseases
E-mail: levan77@yandex.ru

A.L. CHIGUNADZE

graduate student of chair of surgical diseases KGMU
E-mail: alessio18@mail.ru

**ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОТМОРОЖЕНИЯ**

PHARMACOLOGICAL TREATMENT OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN EXPERIMENTAL FROSTBITE INJURY

Проблема холодовой травмы остается актуальной, несмотря на многолетнее изучение механизмов её патогенеза и появление новых прогрессивных технологий лечения. Включение в лечение комбинации DSLET (10 мкг/кг) и серотонина адипината (4,5 мг/кг) приводило к уменьшению выраженности и распространенности альтеративных изменений при моделировании холодовой травмы. Эпителий глубоких отделов волосяных фолликулов частично сохраняется в области повреждения, в пограничной области эпителий не поврежден. В сетчатом слое кожи области повреждения сохранены отдельные участки соединительной ткани. Отсутствуют признаки дистонии повреждения. Через 2 недели вся зона повреждения выполнена соединительной тканью, в которой обнаруживаются новообразованные плотные коллагеновые волокна, что свидетельствует о созревании соединительной ткани в формирующемся рубце. Эпителий регенерирует более активно и выстилает поверхность новообразованной соединительной ткани на значительном протяжении.

Ключевые слова: контактное отморожение, лечение, диагностика, экспериментальное исследование.

Cold trauma is an actual problem nowadays, in spite of long time investigation of its mechanisms and application of modern methods of treatment. Using of combination of DSLET (10 mgr. /kg) with serotonin adipinate (4,5 mg/kg) for cold trauma treatment presented decreased manifestation and spreading of alterative processes in modeling of cold trauma. Epithelium of the deep parts of lymphoid follicles partially survives in the zone of injury, and is completely kept in bordering zone. In the zone of alteration some connective tissue foci of the reticular layer of the skin survive. No

signs of the vessels dystonia are revealed. By the 3-rd day the demarcation zone around area of alteration is visualized. Reparative processes develop more intensively, and by the 7-th day the significant layer of granulation tissue continuously surrounds the zone of alteration. In 2 weeks the whole zone of alteration is filled with the connective tissue, where newly formed dense collagen fibers are revealed, presenting maturation of connective tissue in forming scar. Epithelium regenerates more actively, and covers the significant distance of the connective tissue surface.

Keywords: local frostbite, treatment, diagnostics, experimental study.

Введение

Проблема холодовой травмы остается актуальной, несмотря на многолетнее изучение механизмов её патогенеза и появление новых прогрессивных технологий лечения. Отморожения конечностей носят ярко выраженный сезонный характер и до сих пор являются одним из наиболее распространенных видов термической травмы. Их удельный вес среди всех хирургических заболеваний мирного времени иногда достигает 10% (Король Л.Н., 1992; Скворцов Ю.Р., 1987).

Большой физический, моральный и экономический ущерб, наносимый ежегодно людям низкими температурами, поддерживает интерес исследователей к проблеме лечения отморожений [2,4]. Материальные затраты на лечение пострадавших с данной патологией превышают стоимость лечения общехирургических больных. Несмотря на широкое применение лекарственной терапии при отморожениях, использование селективного агониста дельта опиоидных рецепторов DSLET и серотонинергического средства - серотонина адипината позволит раскрыть перспективу их целенаправленного изучения в качестве дополнения к существующим методам лечения холодовой травмы [5,6].

С целью выработки тактики лечения локальных холодовых повреждений необходимо как можно раньше определить тяжесть и распространенность альтеративных изменений. В условиях эксперимента микроскопическое исследование биоматериала позволяет детально изучать динамику патологических изменений в пораженной ткани при отморожении. Сопоставление динамики морфологической картины на макро- и микроскопическом уровнях актуально для определения адекватных сроков и тактики лечения холодовой травмы [1,3].

Работа является фрагментом исследования на соискание учёной степени кандидата медицинских наук «Использование опиоидных пептидов и серотонина в лечении отморожений».

Цель исследования

Изучить морфогенез изменения тканей экспериментальных животных при контактном отморожении. Изучить динамику морфологических изменений при холодовой травме в эксперименте.

Материалы и методы

Исследование выполнено на 200 крысах-самцах линии «Wistar», половозрелых, массой тела 250 г. Для исследования взяты крысы без внешних при-

знаков заболевания, прошедшие карантинный режим. Животные во время эксперимента содержались в виварии Курского государственного медицинского университета в одинаковых условиях на стандартном пищевом режиме. Операции и все манипуляции с крысами проводились в условиях общего обезболивания, путем внутривентрального введения хлоралгидрата в дозе 300 мг/кг животного.

В исследовании все животные были разделены на три серии: интактную, контрольную и опытную.

У крыс контрольной серии после наступления наркотического сна моделировали отморожение с помощью металлической гирьки диаметром 3.5х3.0 см, которую предварительно охлаждали в жидком азоте, а затем прикладывали к депилированной коже спины на 3 минуты. Моделирование повреждения позволило получить контактное отморожение 3 степени.

Животные опытной серии после моделирования отморожения были разделены на 3 группы.

Животным первой группы непосредственно после моделирования отморожения вводили серотонинергическое средство – серотонина адипинат в/б в дозе 4,5 мг на 1 кг массы тела на первые, третьи, пятые и седьмые сутки, производства НПЦ «ФАРМЗАЩИТА».

Крысам второй группы сразу после моделирования отморожения вводили селективный агонист дельта опиоидных рецепторов DSLET внутривентрально (в/б) в дозе 10 мкг на 1 кг массы тела на первые, третьи, пятые и седьмые сутки. Исследуемый пептид DSLET был синтезирован в лаборатории синтеза пептидов Института экспериментальной кардиологии КНЦ РАН (зав. лабораторией, д.м.н. Ж.Д. Беспалова).

Крысы третьей группы получали комбинированное лечение: DSLET в дозе 10 мкг в/б и серотонина адипинат в дозе 4,5 мг на 1 кг массы тела в/б сразу после моделирования отморожения, а также на первые, третьи, пятые и седьмые сутки после холодовой травмы.

После эксперимента динамически наблюдали за общим состоянием животных. Оценивали состояние участков кожи спины крыс, подвергнутых отморожению. Животных выводили из эксперимента на 1, 3, 7 и 14 сутки передозировкой хлоралгидрата и осуществляли забор тканей из области повреждения для морфологического исследования. Проводили макроскопическое и микроскопическое исследование биоматериала. Исследовали состояние поврежденных

тканей на поверхности и разрезе, визуально учитывали особенности ее строения. Для гистологического исследования брали 4-5 кусочков ткани из видимой области повреждения и из пограничной области. Кусочки ткани фиксировали в 10% растворе формалина на фосфатном буфере (рН 7,2-7,4) в течение двух дней, заливали в парафин, изготавливали срезы толщиной 4-5 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином и по методу Ван Гизона.

Результаты и их обсуждение

В контрольной группе животных через сутки после моделирования отморожения поверхность поврежденной кожи некротизирована, имеются поверхностные абсцессы. Отмечается пикноз и лизис ядер многослойного плоского эпителия кожи, происходит отслоение эпидермиса практически на всем протяжении области повреждения.

В сосочковом слое кожи выражен фибриноидный некроз соединительной ткани, в сетчатом слое дермы при окраске по методу Ван Гизон – набухание соединительнотканых волокон и стенок сосудов. Волокнистые структуры разрыхлены, фрагментированы, обнаруживаются множественные очаги расслоения соединительной ткани. В дерме нейтрофилы формируют диффузные и очаговые инфильтраты, в том числе вокруг волосяных фолликулов. Сосуды глубоких слоев дермы гиперемированы, стенки артерий утолщены, гомогенизированы. Отмечается набухание эндотелиоцитов, кариопикноз, в просветах некоторых сосудов формируются тромбы.

В пограничной области отмечается расслоение рогового слоя, клетки базального слоя эпидермиса, волосяных фолликулов и желез набухшие, в отдельных клетках – кариопикноз. В сосочковом слое наблюдаются запустевшие расширенные сосуды, стенки набухшие. Соединительнотканые волокна набухшие, разрыхленные. Обнаруживаются очаговые воспалительные инфильтраты из нейтрофилов, плазмочитов, лимфоцитов преимущественно вокруг волосяных фолликулов.

К 3-м суткам в области повреждения на поверхности сформирован гомогенный слой некротических масс. Микроскопически эпидермис полностью разрушен, сосочковый слой дермы разрушен.

В сетчатом слое дермы выражен фибриноидный некроз соединительной ткани, обнаруживаются диффузно-очаговые инфильтраты из нейтрофилов, множественные мелкие абсцессы, гнойный фолликулит. Эпителий волосяных фолликулов на всем протяжении значительно поврежден: отмечается набухание клеток, кариопикноз и кариолизис. Отмечается распространение некроза вглубь тканей в подкожной клетчатке и мышечные волокна.

Стенки сосудов, ядра эндотелиальных и мышечных клеток артерий в зоне повреждения пикнотичны, просветы содержат тромбы. В мышечном слое и жировой клетчатке распространены очаги некроза и инфильтрации нейтрофилами.

В пограничной области выражены некробиотические изменения клеток эпидермиса, отслоение его от подлежащих тканей, расслоение и отторжение рогового слоя. В сосочковом и в сетчатом слоях кожи соединительная ткань в состоянии мукоидного набухания, имеются небольшие очаги фибриноидного набухания. В эндотелиальных и мышечных клетках сосудов развивается гидропическая дистрофия (рис. 1-а). Имеются воспалительные клеточные инфильтраты.

К 7-м суткам на поверхности области повреждения формируется плотный струп. Глубокий некроз распространяется от эпидермиса до клетчатки. Выявляется бактериальная инвазия как на поверхности, так и в глубине некротизированной ткани. При микроскопическом исследовании вокруг зоны некроза обнаруживается демаркационный вал в виде плотного скопления сегментоядерных нейтрофилов (рис. 1-в). При окраске по Ван Гизон в окружающих некротических массах тканей выявляются небольшие очаговые скопления фибробластов, формирования сетчатых структур из новообразованных тонких соединительнотканых волокон.

Из пограничной области в зону повреждения под струпом вырастают небольшие участки пролиферирующего эпителия, происходящие из эпителия волосяного фолликула пограничной области (рис. 1-г). В пограничной области многие сосуды сосочкового слоя дермы по-прежнему запустевшие, однако, имеются также сосуды, содержащие форменные элементы крови (рис. 1-б). Отмечается пролиферация клеток эндотелия с облитерацией просветов отдельных сосудов. В дерме встречаются очаги мукоидного и фибриноидного набухания соединительнотканых волокон. В прилежащем к зоне некроза сетчатом слое дермы имеются отдельные очаги разрастания грануляционной ткани.

К 14-м суткам область повреждения представлена обширным очагом фибриноидного некроза, ограниченным плотным скоплением многочисленных нейтрофилов. Регенерация эпителия обнаруживается на небольшом протяжении раневой поверхности. Демаркационная зона окружена тонким слоем грануляционной ткани.

В пограничной области отмечается расслоение рогового слоя эпидермиса, эпителиальные клетки эпидермиса и волосяных фолликулов набухшие, встречается кариопикноз. По-прежнему, выражено набухание соединительнотканых волокон сосочкового и сетчатого слоев, мышечных клеток.

Таким образом, в ходе проведенного эксперимента в контрольной группе определяется развитие прогрессирующего некроза, распространяющегося на всю толщу кожи, подкожной клетчатки, захватывающего мышечную ткань. Резко выражены дистрофические и некротические изменения многослойного плоского эпителия, соединительной ткани, а также нарушения кровообращения в виде гиперемии, стаза и тромбоза сосудов в зоне повреждения и

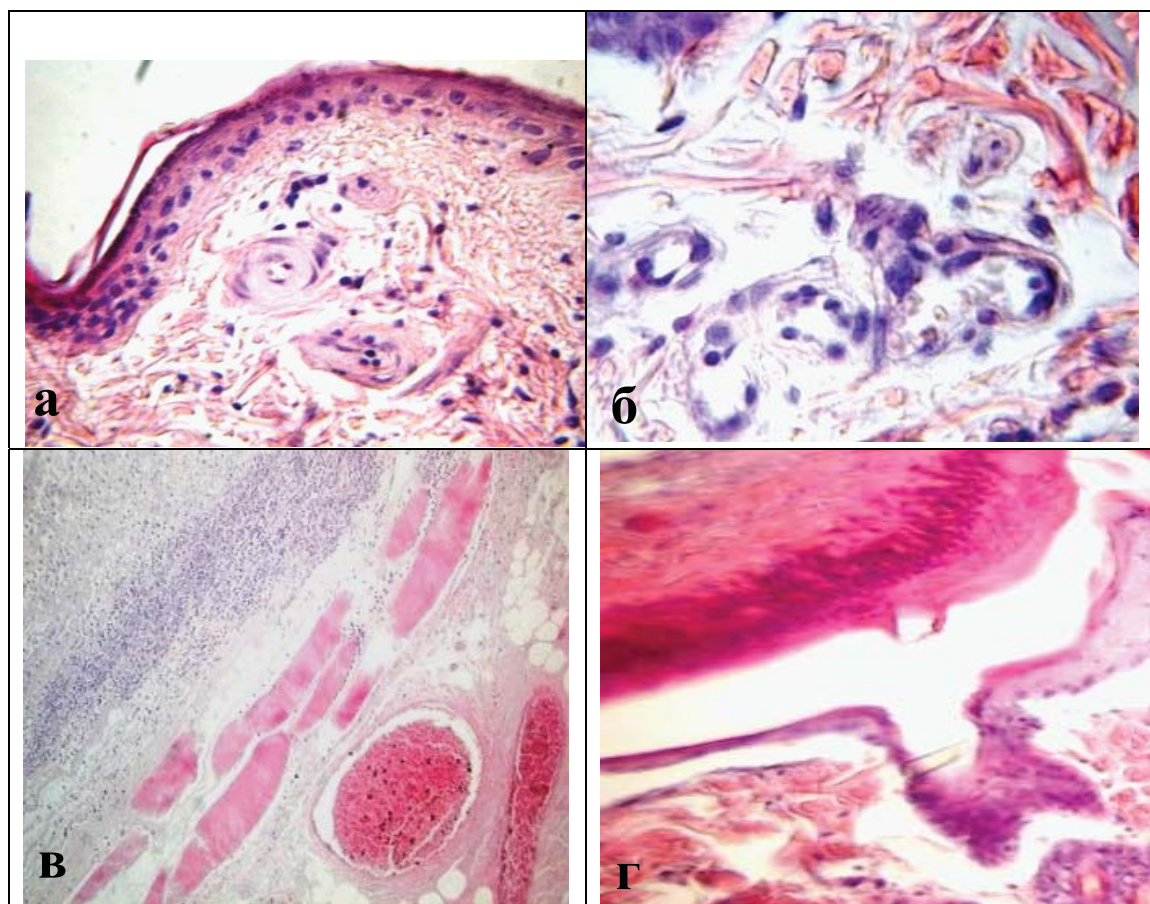


Рис. 1. 3-и сутки после холодовой травмы: а – вакуольная дистрофия и набухание стенок сосудов сосочкового слоя в пограничной области, сужение просветов. 7-е сутки: б – запустевшие сосуды и сосуды, содержащие форменные элементы крови, отек сосочкового слоя; в – скопление нейтрофилов, отграничивающее область повреждения (демаркация), гиперемия сосудов в пограничной области; г – регенерация эпителия под струпом. Гематоксилин-эозин. Ув. х400.

подлежащей ткани. В пограничной некрозу области также развиваются очаги фибриноидного некроза, дистония сосудов, запустевание паретически расширенных и спавшихся сосудов, выраженная пролиферация эндотелия сосудов вплоть до их облитерации. Формируются рассеянные очаговые и диффузные воспалительные инфильтраты.

Репаративные процессы после холодовой травмы замедлены, персистируют некротические изменения. Формирование струпа в области повреждения макроскопически обнаруживаются к 7-м суткам, также как и формирование демаркационной зоны вокруг некротизированных тканей. К 7-м суткам появляются отдельные очаги развития молодой соединительной ткани, лишь к 14-м суткам зона некроза окружена грануляционной тканью, созревание ее замедлено.

При исследовании поврежденных тканей животных первой группы (использование серотонина адипината) к концу 1-х суток развиваются значительные альтеративные изменения. В эпидермисе области повреждения выявляется отслоение рогового слоя, шиповатые клетки набухшие, ядра многих клеток пикнотичны; подобные изменения наблюдаются также в эпителии волосяных фолликулов и в железах. В сосочковом и сетчатом слоях дермы кровообращение нарушено: выражен отек, набуха-

ние соединительной ткани и сосудов, разрыхление соединительнотканых волокон. В сосочках дермы некоторые сосуды содержат гиалиновые тромбы. Мышечные клетки набухшие, гомогенные, ядра клеток пикнотичные. В пограничной области большинство сосудов расширены, среди них встречаются как запустевшие, так и полнокровные сосуды.

К 3-м суткам в области повреждения роговой слой слущивается, отмечается бактериальная инвазия поверхностных слоев раны. В сосочковом и сетчатом слоях дермы сформировавшийся очаг фибриноидного некроза соединительной ткани (рис. 2-а) окружен воспалительно-клеточными инфильтратами, которые, сливаясь, формируют демаркационный вал, представленный сегментоядерными нейтрофилами (рис. 2-в).

В пограничной области соединительная ткань сосочкового слоя отечна и разрыхлена, отдельные соединительнотканые волокна фрагментированы. В стенках сосудов отмечается набухание и гиперхроматоз эндотелия. Просветы сосудов и их кровенаполнение неравномерны: отмечается расширение и спазм сосудов, в просвете отдельных расширенных сосудов отсутствуют форменные элементы крови (рис. 2-б), что свидетельствует о дистонии сосудов. В сетчатом слое выявлено значительное количество

расширенных гиперемизированных сосудов.

К концу первой недели после отморожения в поверхностных слоях раны, по-прежнему, выявляются небольшие очаги бактериальной инвазии. Вокруг области повреждения при макроскопическом исследовании выявляется демаркационная зона в виде тонкой темной (на фоне бледной некротизированной ткани) выбухающей над поверхностью кожи полоски, расположенной на границе области повреждения и пограничной области. Микроскопически демаркационная зона представлена значительным скоплением нейтрофилов вокруг очага некроза. За пределами демаркационного вала появляются небольшие очаги разрастания молодой соединительной (грануляционной) ткани. Новообразованные соединительнотканые волокна тонкие, немногочисленные.

Глубокие отделы волосяных фолликулов сохранены и являются источником мелких фокусов регенерации эпителия в краях раны под струпом (рис. 2-г). Сосуды пограничной области полнокровны, лишь в

некоторых отмечается пролиферация эндотелия.

К 14-м суткам область повреждения выполнена грануляционной тканью. При окраске по Ван Гизон в ней выявляются изоморфные пучки соединительнотканых волокон, многочисленные новообразованные сосуды. Имеются очаги формирования зрелой соединительной ткани.

Регенерирующий эпителий развивается из сохранившегося в пограничной области эпителия глубоких отделов волосяных фолликулов, выстилает поверхность грануляционной ткани под струпом в краях раны. Однако участки регенерации небольшие по сравнению с размерами дефекта кожи.

В пограничной области имеются мелкие очаги отслойки эпителия, сохраняется дистония сосудов сосочкового слоя дермы. Некоторые расширенные сосуды гиперемизированы, другие не содержат форменных элементов крови. Встречаются отдельные сосуды, стенки которых в состоянии мукоидного набухания.

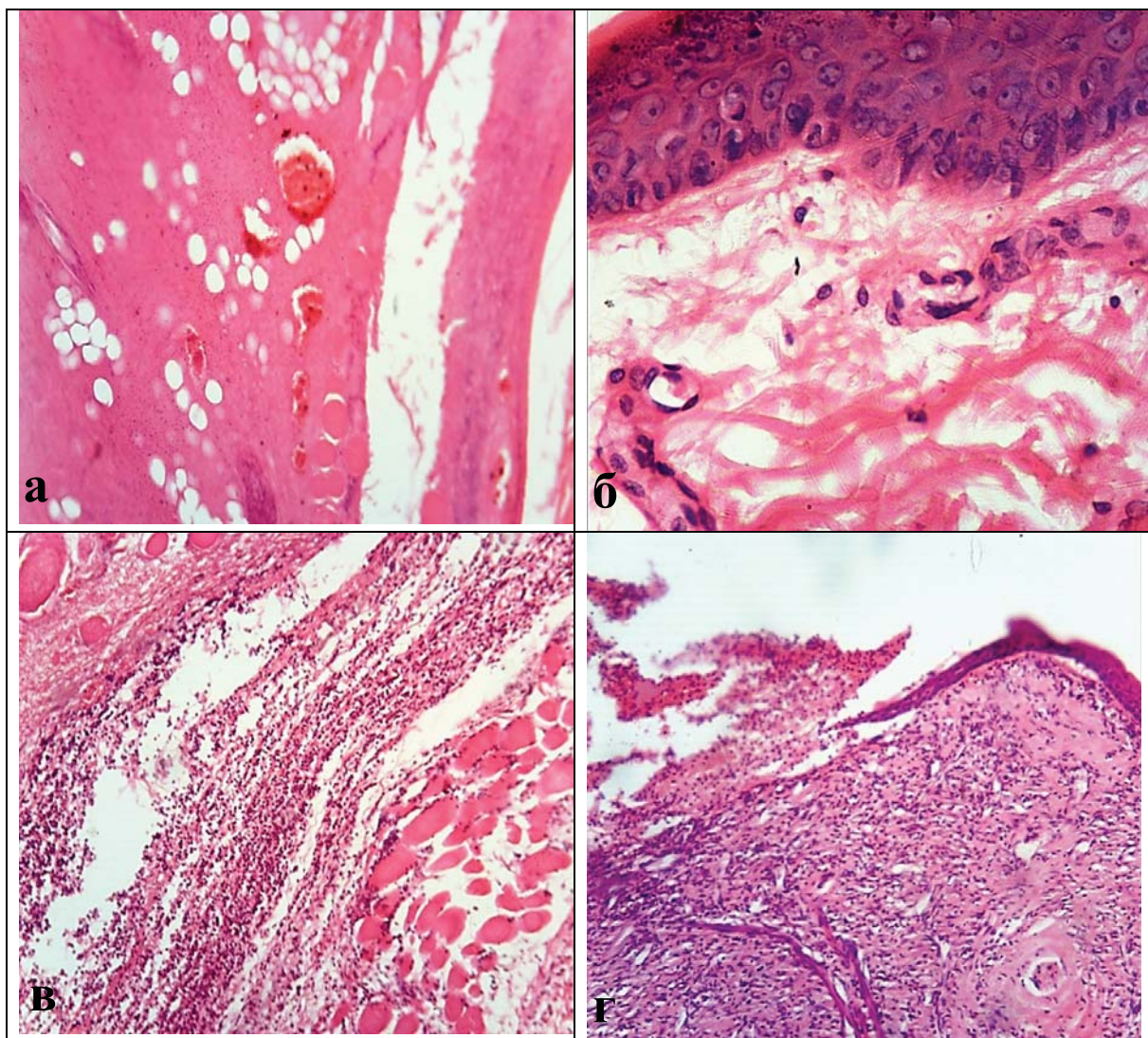


Рис. 2. Применение серотонина адипинат. 3-и сутки после холодовой травмы: а – некроз соединительной ткани, мышечных волокон, адипоцитов и сосудистых стенок в области повреждения, формирование тромбов; б – пограничная область: расширение сосудов, единичные эритроциты в просветах; набухание и гиперхроматоз эндотелия сосудистых стенок, отек и разрыхление соединительной ткани сосочкового слоя; в – диффузно-очаговые инфильтраты из нейтрофилов в области повреждения, формирование демаркационного вала вокруг очага некроза; г – регенерация эпителия на границе области повреждения, новообразование многочисленных сосудов, часть из которых содержит форменные элементы крови, набухание стенок отдельных сосудов. Гематоксилин-эозин. Ув. x400 (а, в, г). Ув. x100 (б).

Таким образом, при моделировании отморожения на фоне применения препарата серотонина адипинат выявлены особенности реактивных процессов как в области повреждения, так и в пограничных областях. Сосуды пограничной области расширены, кровенаполнение сосудов неравномерное. К 3-м суткам очаг фибриноидного некроза соединительной ткани окружен воспалительно-клеточными инфильтратами, в которых преобладают сегментоядерные нейтрофилы. К концу первой недели вокруг области повреждения при макроскопическом исследовании выявляется демаркационная зона в виде тонкой (на фоне бледной некротизированной ткани), взбухающей над поверхностью кожи полоски, расположенной на границе области повреждения и пограничной области. Микроскопически за пределами демаркационного вала появляются небольшие очаги разрастания молодой соединительной (грануляционной) ткани. Новообразованные соединительнотканые волокна тонкие, немногочисленные. К 14-м суткам область повреждения выполнена грануляционной тканью, богатой соединительноткаными волокнами и новообразованными сосудами. Имеются очаги формирования зрелой соединительной ткани. Участки регенерации эпителия небольшие по сравнению с размерами дефекта кожи.

При использовании препарата DSLET в первые сутки после холодовой травмы в области повреждения альтеративные изменения распространяются на всю толщу дермы, местами в некроз вовлечены клетчатка и мышцы. В этих участках клетчатка отслаивается от дермы. В сосудах сетчатого слоя дермы отмечается выраженная гиперемия и формирование тромбов.

В пограничной области отмечается набухание эпителия, расслоение рогового слоя. Эпителий волосяных фолликулов сохранен, некроз развивается лишь в единичных клетках (рис. 3-а). Стенки сосудов в состоянии мукоидного набухания, отмечается набухание эндотелия, сужение просветов некоторых сосудов. В просветах всех сосудов содержатся форменные элементы крови. Соединительнотканые структуры сохранены.

На 3-и сутки после повреждения при окраске по Ван Гизон очаг сформировавшегося некроза (рис. 3-б) окружен скоплением многочисленных нейтрофилов (формирование зоны демаркации на микроскопическом уровне). В области некроза наблюдается расслоение соединительной ткани, незначительная бактериальная инвазия и инфильтраты из нейтрофилов.

В пограничной области эпителий эпидермиса, волосяных фолликулов и желез, в целом, сохранен, встречаются отдельные гиперхромные клетки с пикнотичными ядрами, а также клетки в состоянии гидропической дистрофии. В сосочковом слое изменение соединительной ткани и стенок сосудов представлено мукоидным набуханием. Пролиферация эндотелия встречается лишь в некоторых сосудах. Имеются небольшие участки расслоения эпидермиса. Сосочковый и сетчатый слои дермы отечны. Из соединительной ткани пограничной области в зону

демаркации вырастают пучки грануляционной ткани, богатой фибробластами и новообразованными сосудами (начало репаративных процессов), просветы которых на данном сроке не содержат форменных элементов крови.

К 7-м суткам область повреждения макроскопически приобретает четкие границы, окружена видимым демаркационным валом, микроскопически представленным скоплением нейтрофилов (рис. 3-в).

Вокруг демаркационной зоны разрастается грануляционная ткань, богатая фибробластами и большим количеством новообразованных сосудов (рис. 3-г), некоторые из которых содержат форменные элементы крови. Формирующиеся волокнистые структуры грануляционной ткани немногочисленные, тонкие, образуют довольно редкую и рыхлую сеть.

В пограничной области эпителий эпидермиса и других структур сохранен. При окраске по Ван Гизон выявляется набухание волокон соединительной ткани. Эпителий под струпом регенерирует на небольшом протяжении, выстилая вырастающую грануляционную ткань. Однако имеются участки отслойки новообразованного эпителия.

К 14-м суткам макроскопически раневая поверхность бледная, в области повреждения струп и некротические массы не выявляются. Микроскопически определяется толстый слой молодой соединительной ткани с большим количеством фибробластов, а также новообразованных сосудов. Молодая соединительная ткань содержит большое количество изоморфных коллагеновых волокон. Имеются небольшие очаги отека молодой соединительной ткани, рыхло связанной с подлежащими тканями. Многие сосуды, по-прежнему, не содержат форменные элементы крови.

В пограничной области отмечается отек соединительной ткани сосочкового слоя с участками расслоения, отмечается пролиферация эндотелия отдельных сосудов. В просвете сосудов содержатся форменные элементы крови.

Регенерационная активность эпителия обнаруживается только в краях раны.

Таким образом, при использовании препарата DSLET холодовая травма характеризуется гетерогенным повреждением тканей в области раны: некроз клетчатки и мышечной ткани очаговый. В пограничной области эпителий эпидермиса и волосяных фолликулов соединительнотканые структуры сохранены, отсутствуют морфологические признаки дистонии сосудов. Также как и при использовании препарата серотонина адипинат, к 3-м суткам на микроскопическом уровне выявляется зона демаркации вокруг очага некроза, начинается развитие грануляционной ткани. К 7-м суткам демаркационный вал становится видимым макроскопически. Формируются мелкие очаги регенерации эпителия. На 14-е сутки новообразованная соединительная ткань содержит большое количество изоморфных коллагеновых волокон. Регенерация эпителия обнаруживается в краях раны.

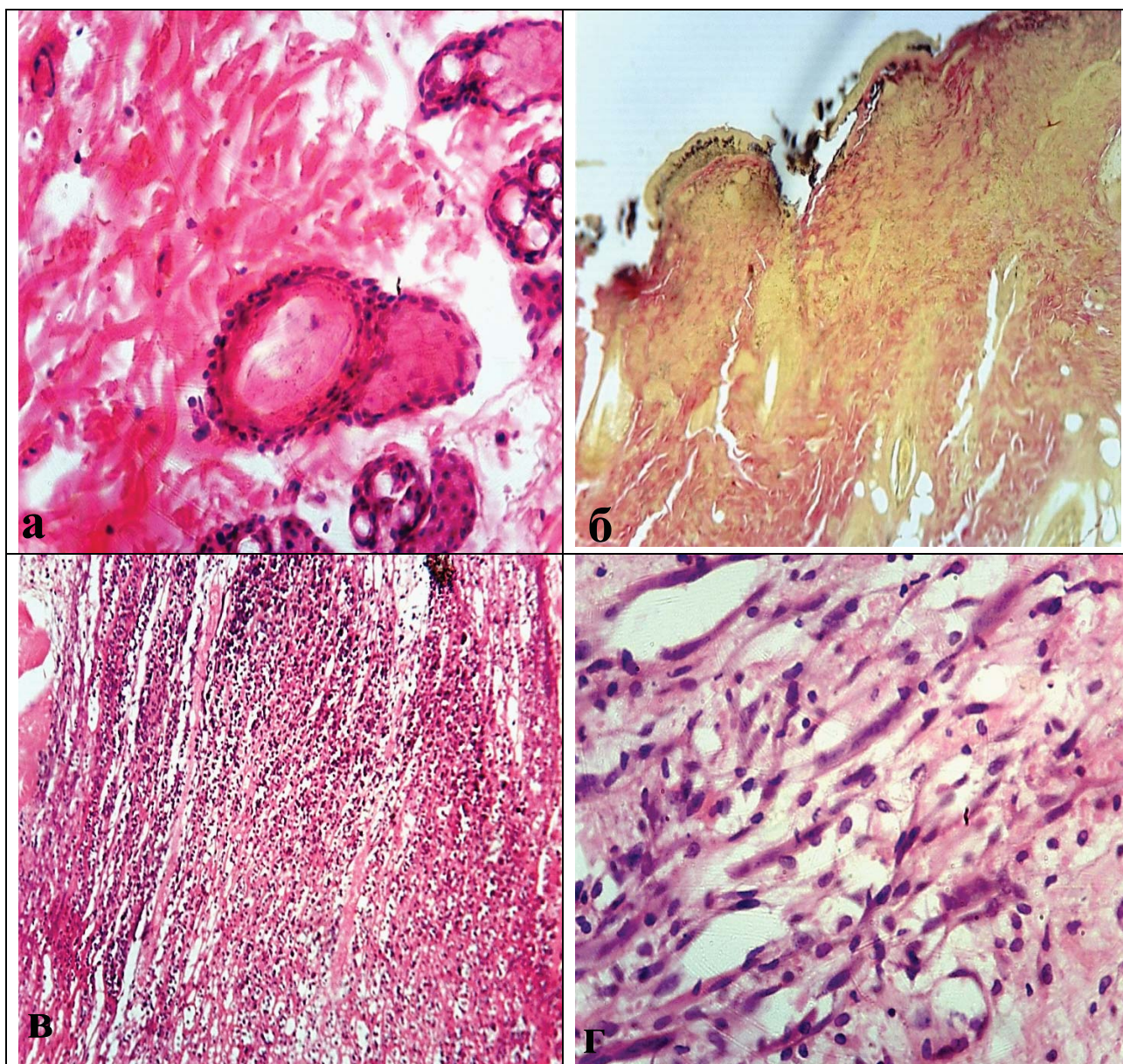


Рис. 3. Применение DSLET. а – 1 сутки: набухание соединительнотканых волокон в пограничной области, некроз единичных эпителиальных клеток волосяных фолликулов; б – 3 сутки: фибриноидный некроз в области повреждения, сохранность участков соединительной ткани глубоких слоев дермы. Ван Гизон. x 100.; в – 7 сутки: очаг некроза окружен значительной толщины и плотности сформированной зоной демаркации. Г+Э. x 100.; г – формирование грануляционной ткани кнаружи от зоны демаркации, большое количество новообразованных сосудов, содержащих форменные элементы крови. Гематоксилин-эозин (а,в,г). Ван Гизон (б). Ув. x400 (а, г). Ув. x100 (б,в).

В группе животных, получавших комбинированное лечение (Серотонин и DSLET) к концу 1-х суток в области повреждения наблюдаются очаги отслойки и слущивания эпителия эпидермиса, набухание клеток и пикноз ядер эпителия поверхностных отделов волосяных фолликулов. В глубоких отделах волосяных фолликулов эпителий, в основном, сохранен, встречаются набухшие и гиперхромные клетки. Выражена альтерация соединительной ткани: набухание сосочкового и сетчатого слоев дермы, имеются очаги отечного расслоения. Соединительнотканые волокна набухшие, разрыхленные. Мышечные клетки также в состоянии набухания. При окраске по Ван Гизон выявляется мукоидное набухание в соединительной ткани области повреждения.

В пограничной области наблюдается расслоение рогового слоя лишь на небольшом протяжении. Эпителиальные клетки эпидермиса сохранены. В сосочковом слое дермы при окраске по Ван Гизон выявляется мукоидное набухание соединительной ткани и стенок сосудов, очаги расслоения соединительнотканых волокон. Эндотелиальные клетки сосудистых стенок набухшие. В сетчатом слое обнаруживаются небольшие скопления нейтрофилов, макрофагов, значительный отек соединительной ткани и ее расслоение. Признаки дистонии сосудов не выявляются. Сосуды гиперемированы.

На 3-и сутки после холодовой травмы при макроскопическом исследовании область повреждения окружена тонким выбухающим демаркационным ва-

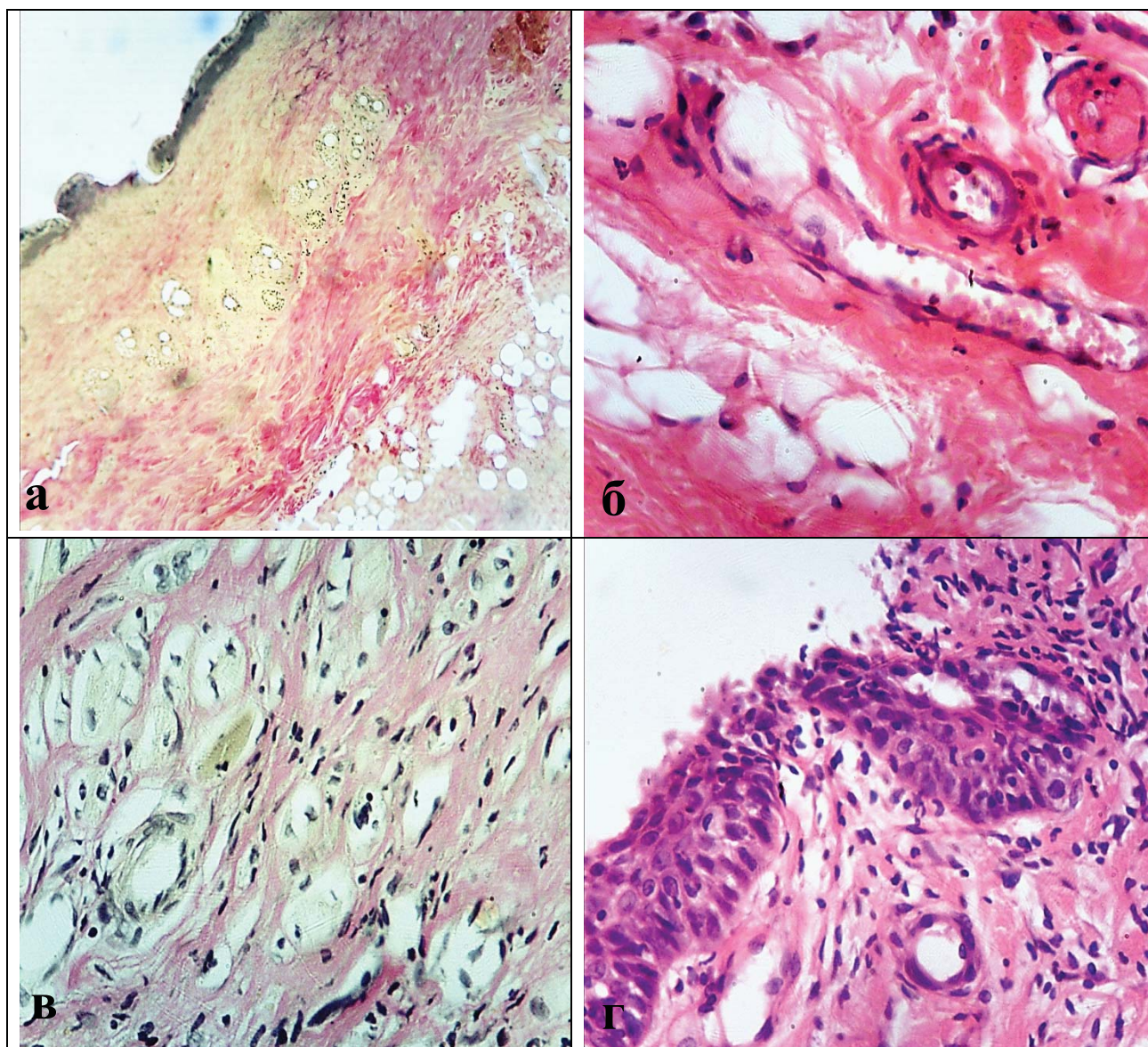


Рис. 4. Применение серотонина адипинат и DSLET. а – 3 сутки: развитие фибриноидного некроза соединительной ткани в области повреждения, гетерогенность повреждения, наличие сохранных участков дермы; б – гиперемия сосудов сетчатого слоя пограничной области, гидропические изменения клеточных элементов сосудистой стенки; в – 14 сутки: новообразованные изоморфные соединительнотканые волокна в формирующемся рубце в области повреждения; г – пролиферация эпителия на поверхности сформировавшейся соединительной ткани в области повреждения.
Ван Гизон (а, в). Гематоксилин-эозин (б, г). Ув. x100 (а). Ув. x400 (б, в). Ув. 200 (г).

лом. Микроскопически альтеративные изменения в области повреждения представлены некрозом клеток эпидермиса, а также эпителия поверхностных отделов волосяных фолликулов. При окраске по Ван Гизон отмечается мукоидное набухание и фибриноидный некроз соединительной ткани сосочкового слоя дермы, в сетчатом слое, в сравнении с предыдущими группами, следует отметить сохранность отдельных участков соединительной ткани глубоких отделов (рис. 4-а). На границе с очагом некроза сформирован плотный, широкий демаркационный вал, представленный скоплением нейтрофилов. Кнаружи от области демаркации выявляется более интенсивное, в сравнении с другими группами животных, формирование грануляционной ткани.

В пограничной области клетки эпидермиса, эпителий волосяных фолликулов и желез сохранены.

Стенки сосудов сосочкового слоя дермы несколько набухшие. Проплиферация эндотелия встречается в единичных сосудах. Сосуды сетчатого слоя гиперемизированы (рис. 4-б).

К концу первой недели в зоне повреждения эпидермис некротизирован, при окраске по Ван Гизон выявляется очаг фибриноидного некроза соединительной ткани дермы.

Сосуды подлежащих очагу некроза тканей расширены, гиперемизированы, имеются очаговые кровоизлияния. Область повреждения отграничена плотным демаркационным валом в виде скопления нейтрофилов, за пределами которого кнаружи от зоны повреждения значительно выражен слой грануляционной ткани, богатой фибробластами, новообразованными сосудами и волокнистыми структурами.

Через две недели на поверхности области по-

вреждения эпидермис отсутствует. При окраске по Ван Гизон вся зона повреждения выполнена соединительной тканью. Обнаруживаются новообразованные изоморфные коллагеновые волокна (рис. 4-в) в формирующемся рубце. В просветах новообразованных сосудов содержатся форменные элементы крови.

Со стороны пограничной области на значительном протяжении по поверхности грануляционной ткани врастает регенерирующий эпителий (рис. 4-г).

В сосочковом слое пограничной области изменения сосудов не выявляются, в просветах содержатся форменные элементы крови.

Таким образом, комбинированное применение препаратов серотонин и DSLET способствует уменьшению выраженности и распространенности альтеративных изменений при моделировании холодовой травмы. Эпителий глубоких отделов волосяных фолликулов частично сохраняется, в пограничной области эпителий не поврежден. В сетчатом слое, в сравнении с предыдущими группами, следует отметить сохранность отдельных участков соединительной ткани. Отсутствуют признаки дистонии сосудов. К 3-м суткам визуально определяется зона демаркации вокруг области повреждения. Более интенсивно развиваются репаративные процессы, которые к 7-м суткам приводят к формированию значительного слоя грануляционной ткани по всему периметру области повреждения, а через 2 недели вся зона повреждения выполнена соединительной тканью, в которой обнаруживаются новообразованные изоморфные плотные коллагеновые волокна, что свидетельствует о созревании соединительной ткани в формирующемся рубце. Регенерирующий эпителий выстилает поверхность новообразованной соединительной ткани на значительном протяжении.

Выводы

1. В результате моделирования холодовой травмы развиваются прогрессирующие альтеративные изменения, приводящие к некрозу кожи, подкожной клетчатки, мышечной ткани сосудов в области повреждения. В пограничной области формируются очаги фибриноидного некроза, развивается дистония сосудов, запустевание паретически расширенных и спавшихся сосудов, пролиферация эндотелия сосудов вплоть до их облитерации.

Репаративные процессы замедлены, персистируют некротические изменения. Формирование макроскопически видимой демаркационной зоны вокруг некротизированных тканей происходит к 7-м суткам. Лишь к 14-м суткам зона некроза окружена грануляционной тканью, созревание ее замедлено.

2. Особенностью морфологической картины

пограничной области при моделировании отморожения на фоне применения препарата серотонина адипинат является расширение просветов и неравномерное кровенаполнение сосудов. К 3-м суткам на микроскопическом уровне формируется демаркационный вал вокруг очага фибриноидного некроза, представленный скоплением нейтрофилов. За пределами демаркационного вала появляются небольшие очаги разрастания молодой соединительной ткани. К концу первой недели демаркационная зона становится макроскопически видимой. К 14-м суткам область повреждения выполнена грануляционной тканью. Участки регенерации эпителия небольшие по сравнению с размерами дефекта кожи.

3. При использовании препарата DSLET развивается менее выраженное гетерогенное повреждение тканей в области холодовой травмы: некроз клетчатки и мышечной ткани очаговый. В пограничной области структуры сохранены, отсутствуют морфологические признаки дистонии сосудов. Также как и при использовании препарата серотонина адипинат, к 3-м суткам на микроскопическом уровне выявляется зона демаркации вокруг очага некроза, начинается развитие грануляционной ткани. К 7-м суткам демаркационный вал становится видимым макроскопически, формируются мелкие очаги регенерации эпителия. На 14-е сутки новообразованная соединительная ткань содержит большое количество изоморфных коллагеновых волокон. Регенерация эпителия обнаруживается в краях раны.

4. Комбинированное применение препаратов серотонин и DSLET способствует уменьшению выраженности и распространенности альтеративных изменений при моделировании холодовой травмы. Эпителий глубоких отделов волосяных фолликулов частично сохраняется, в пограничной области эпителий не поврежден. В сетчатом слое области повреждения сохранены отдельные участки соединительной ткани. Отсутствуют признаки дистонии сосудов. К 3-м суткам визуально определяется зона демаркации вокруг области повреждения. Более интенсивно развиваются репаративные процессы, которые к 7-м суткам приводят к формированию значительного слоя грануляционной ткани по всему периметру области повреждения. Через 2 недели вся зона повреждения выполнена соединительной тканью, в которой обнаруживаются новообразованные изоморфные плотные коллагеновые волокна, что свидетельствует о созревании соединительной ткани в формирующемся рубце. Эпителий регенерирует более активно и выстилает поверхность новообразованной соединительной ткани на значительном протяжении.

Библиографический список

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 348 с.
2. Алексеев А.А., Кудзов О.А. Особенности хирургического лечения глубоких отморожений при осложненном течении раневого процесса//Матер. 3 научн. конф. по проблеме «Холодовая травма». СПб., 2002. С.6-8.
3. Бойко В.В., Миловинова А.Э., Яновская Л.Г. и др. Изучение морфологических особенностей в тканях экспе-

риментальных животных при моделировании холодовой травмы. // Вестник морфологии. 2010. №16(3). С. 526-528.

4. *Вачев А.Н.* Хирургическое лечение больных с последствиями холодовой травмы верхних конечностей /А.Н. Вачев, А.В. Новожилов //Матер. 3 научн. конф. по проблеме «Холодовая травма». СПб., 2002. С. 17-18.

5. *Горпинич А.Б., Лазаренко В.А., Терещенко Р.Н., Бобровская Е.А.* Применение серотонина адипината в лечении пациентов с критической ишемией нижних конечностей //Ученые записки Орловского государственного университета. 2008 С. 91-97.

6. *Ляшев Ю.Д.* Опиоидные пептиды как регуляторы репаративного остеогенеза: дис. докт. мед. наук. // Курск-2002. 55 с.

References

1. *Avtandilov G.G.* Medical morphometry /@ Avtandilov. - M: Mekditsina, 1990.-348 p.

2. *Alekseev A.A., Kudzoyev O.A.* Features of surgical treatment of deep freezing injuries at the complicated tekcheniye of wound process //Mater. 3 научн. конф. on a problem "Holodovaya trauma".- SPb. 2002 . – P. 6-8.

3. *Quickly B.B., Milovidova A.E. Yanovsky L.G. etc.* Studying of morphological features in fabrics of experimental animals when modeling holodovy травмы. //the Messenger of morphology. -2010 . - No. 16(3). – P. 526-528.

4. *Vachev A.N.* Surgical treatment of patients with consequences холодовой травмы the top extremities /A.N. Vachev, A.V. Novozhilov //Mater. 3 научн. конф. по проблеме "Holodovaya trauma".- SPb. 2002 . – P. 17-18.

5. *Gorpinich A.B., Lazarenko V.A., Tereshchenko P.H, Bobrovskaya E.A.* Primeneniye серотонина адипината in treatment of patients with critical ischemia of the bottom extremities //Scientific notes Oryol state униерситета. -2008 P. 91-97.

6. *Lyashev YU.D.* Opioidnye peptides as regulators of reparativny osteogenesis: yew. doct. medical sciences. // Kursk 2002. – 55 p.

УДК 616.36-008.811.6:616-089.819

UDC 616.36-008.811.6:616-089.819

А.В. МАМОШИН

кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии Орловского государственного университета
E-mail: dr.mamoshin@mail.ru

А.Л. АЛьянов

кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии и анестезиологии Орловского государственного университета
E-mail: tantoras@mail.ru

А.В. БОРСУКОВ

доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской терапии Смоленской государственной медицинской академии
E-mail: bor55@yandex.ru

A.V. MAMOSHIN

PhD, Docent, Department of General Surgery and Anesthesiology, Orel State University
E-mail: dr.mamoshin@mail.ru

A.L. ALYANOV

PhD, Docent, Department of General Surgery and Anesthesiology, Orel State University
E-mail: tantoras@mail.ru

A.V. BORSUKOV

MD, Professor, Department of Therapy, Smolensk State Medical Academy
E-mail: bor55@yandex.ru

**МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ
С СИНДРОМОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХИ**

**MINIINVASIVE TECHNOLOGIES IN THE TREATMENT
OF PATIENTS WITH THE SYNDROME OF OBSTRUCTIVE JAUNDICE**

В 2010–2013 гг. 114 больным с доброкачественными и злокачественными заболеваниями органов гепатопанкреатодуоденальной зоны, осложненными синдромом механической желтухи, выполнены антеградные интервенционные вмешательства на желчевыводящих путях. Чувствительность, специфичность и диагностическая точность холангиоскопии (рентгенологического исследования) во время постановки холангиостомы при доброкачественных заболеваниях составила соответственно 94,1%, 81,5% и 87,5%, при злокачественных – 91,2%, 80,1% и 85,3% соответственно. Всего выполнено 129 интервенционных вмешательств. Летальность составила 2,6% и была связана с прогрессированием полиорганной недостаточности.

Ключевые слова: механическая желтуха, ультразвуковое исследование, чрескожная чреспечёночная холангиостомия, стентирование.

In 2010–2013, 114 patients with benign and malignant diseases of the hepatopancreatoduodenal zone, complicated by obstructive jaundice syndrome, performed antegrade interventional operations on the biliary tract. Sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of a holangioskopiya (radiological research) during cholangiostomy statement at benign diseases was respectively 94,1%, 81,5% and 87,5%, at the malignant – 91,2%, 80,1% and 85,3% respectively. In total 129 intervention operations were performed. The lethality was 2,6% and was associated with the progression of multiple organ failure.

Keywords: obstructive jaundice, ultrasonic examination, percutaneous transhepatic cholangiostomy, stenting.

Механическая желтуха представляет собой патологический синдром, обусловленный нарушением оттока желчи из желчных протоков. Среди причин механической желтухи первое место занимает холелитиаз (35-40%), второе – рак головки поджелудочной железы (30-35%), третье – рак внепечёночных желчных протоков (10-12%) и, наконец, рак большого сосочка двенадцатиперстной кишки (1-2%). Более редкими причинами являются склерозирующий холангит, воспалительные и посттравматические стриктуры внепечёночных желчных протоков [3,5].

В последние десятилетия, по данным литературы, отмечается рост пациентов со злокачественными опухолями органов гепатопанкреатодуоденальной зоны. При этом частота диагностики рака этих орга-

нов на ранних стадиях практически не повысилась. В основном пациенты продолжают поступать в стационары только при развитии осложнений, наиболее частым из которых является механическая желтуха [10]. Кроме того, сохраняется неуклонный рост числа больных с холелитиазом и его осложнениями [6].

Основные причины смерти больных механической желтухой – развивающаяся эндогенная интоксикация и прогрессирующая печёночная недостаточность. При этом летальность среди данной группы больных достигает 20-60%, что наряду с возрастающей частотой синдрома механической желтухи, обуславливает актуальность данной проблемы [4, 7, 18].

Декомпрессия билиарной системы является одной из главных целей и важнейшим компонентом

лечебных мероприятий у этих пациентов. Активное использование в клинической практике современных антеградных (чрескожных чреспечёчных) и ретроградных (эндоскопических) малоинвазивных вмешательств позволяет эффективно сочетать диагностические и лечебные мероприятия, направленные в первую очередь на достижение билиарной декомпрессии. При этом следует признать, что при исторически сложившемся приоритете эндоскопических вмешательств ретроградный доступ в желчные протоки, тем не менее, очевидно, перестал быть безальтернативным.

Эндоскопические манипуляции при парапапиллярном дивертикуле, протяжённом стенозе дистального отдела общего желчного протока, при размерах конкремента более 2 см, после резекции желудка с гастроэнтероанастомозом по Бильрот-II или реконструктивных операций на внепечёчных желчных протоках могут быть технически невыполнимы, заведомо неэффективны и даже небезопасны. Существует риск развития деструктивного панкреатита или перфорации задней стенки двенадцатиперстной кишки с развитием забрюшинной флегмоны, а также кровотечения из папиллотомной раны или ущемления корзинки Дормиа в большом сосочке двенадцатиперстной кишки (БСДПК) или терминальном отделе общего желчного протока. [2, 13, 15, 17].

Также следует отметить, что ретроградная декомпрессия желчных протоков часто предполагает не всегда клинически обоснованные инвазивные вмешательства на БСДПК. Кроме того, диагностические возможности эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии (ЭРХПГ) достаточно ограничены вследствие неэффективной канюляции БСДПК у 8,6-24,5% больных, а в 12,2-38,5% наблюдений при ЭРХПГ контрастируют лишь протоковую систему поджелудочной железы [8, 12].

В связи с этим определёнными преимуществами обладают антеградные методы интервенционной радиологии, реализуемые в виде чрескожно-чреспечёчной микрохолецистостомии, чрескожно-чреспечёчной холангиостомии, продлённого наружно-внутреннего дренирования, антеградного эндобилиарного стентирования. В последние годы всё шире применяются антеградные методы декомпрессии желчевыводящей системы, которые могут служить альтернативой эндоскопическим методам при их неэффективности или невозможности выполнения. При этом чрескожные малоинвазивные вмешательства позволяют более успешно подготовить пациентов к основному этапу операции, либо могут стать окончательным вмешательством, в первую очередь при механической желтухе опухолевого генеза. Это стало возможно благодаря внедрению в хирургическую практику ультразвукового и рентгенологического методов.

Вместе с тем своевременная диагностика и рациональная лечебная тактика при механической желтухе остаются одними из наиболее сложных и во

многом нерешенных проблем абдоминальной хирургии [11,16].

Целью нашей работы явилась оценка возможностей интервенционных чрескожных методов в комплексной диагностике и лечении больных с синдромом механической желтухи.

За период с января 2010 г. по август 2013 г. в хирургическом отделении Орловской областной клинической больницы под нашим наблюдением находилось 114 больных с доброкачественными и злокачественными заболеваниями органов гепатопанкреатодуоденальной зоны, осложненными синдромом механической желтухи. Пациенты доставлялись в стационар скорой медицинской помощью, направлялись другими лечебно-профилактическими учреждениями города и области, а также обращались самостоятельно. Женщин в исследуемой группе было 65 (что составило 57%), мужчин 49 (43%). Возраст больных колебался от 42 до 84 лет. Проводилось комплексное обследование больных, включающее исследование клинико-лабораторных данных (общий и биохимический анализ крови, общий анализ мочи, коагулограмма и др.), выполнялось УЗИ брюшной полости, ЭГДС, по показаниям ЭРХПГ и МСКТ, а также ряд других инструментальных исследований в зависимости от сопутствующей патологии.

При поступлении уровень билирубина в исследуемой группе больных колебался от 68 до 560 мкмоль/л. Известно, что, чем выше уровень гипербилирубинемии, тем больше вероятность развития у больного не корригируемой печёчной недостаточности и прогрессирующей полиорганной недостаточности. В связи с этим, вне зависимости от генеза заболевания, лежащего в основе механической желтухи, наличие гипербилирубинемии и билиарной гипертензии требует проведения срочных хирургических вмешательств, направленных на декомпрессию желчных путей. При этом билиарная декомпрессия должна быть прогнозируемо эффективной и управляемой [1, 9].

Ультразвуковое исследование позволяет не только выявить конкременты в желчном пузыре и внепечёчных желчных протоках, но и определить степень их расширения. Расширение протоков свидетельствует о наличии внутрипротоковой желчной гипертензии. У всех пациентов при ультразвуковом исследовании были выявлены признаки актуальной желчной гипертензии. Сонографически выделяют 3 типа желчной гипертензии [14]. Под типом I желчной гипертензии понимают расширение общего желчного протока более 10 мм, при отсутствии сопутствующего расширения внутрипечёчных желчных протоков и увеличения желчного пузыря. При II типе желчной гипертензии выявляли расширение внепечёчных и внутрипечёчных желчных протоков 1-2 порядка, в сочетании с растянутым желчным пузырём без признаков воспаления его стенки (ультразвуковой признак Курвуазье). При III типе выявляют расширение внепечёчных и/или внутрипечёчных желчных

протоков вплоть до 3-4 порядка. Диагностированная внутрипротоковая желчная гипертензия, наряду с невозможностью выполнения по различным причинам ретроградного эндоскопического дренирования, явилась основанием для антеградного дренирования желчных путей под сонофлуороскопическим контролем по срочным показаниям (1-2 сутки от момента поступления в стационар). При этом во всех случаях чрескожные чреспечёночные вмешательства несли не только лечебную, но и диагностическую нагрузку.

Причиной механической желтухи явились: желчнокаменная болезнь, холедохолитиаз у 31 (27,2%) больных; онкологические заболевания органов гепатопанкреатодуоденальной зоны у 77 (67,5%) пациентов; рубцовые стриктуры желчных протоков у 5 (4,4%) больных; прочие болезни панкреатобилиарной области, вызывающие компрессию желчных протоков у 1 (0,9%) пациентов. Среди доброкачественных причин обтурации желчных протоков были выявлены: холедохолитиаз у 31 (83,8%) больных; рубцовые стриктуры желчных протоков у 5 (13,5%) больных; ятрогенное повреждение общего желчного протока во время лапароскопической холецистэктомии – у одного пациента (2,7%); Злокачественные причины механической желтухи распределились следующим образом: рак головки поджелудочной железы – у 43 (55,8%) больных, холангиокарцинома общего желчного протока – у 18 (23,4%) пациента, холангиокарцинома проксимальных желчных протоков – у 3 (3,9%) больных, рак желчного пузыря – у 3 (3,9%) пациентов, рак БСДПК – у 4 (5,2%) пациентов, регионарное метастазирование – у 6 (7,8%) больных.

У всех пациентов на первом этапе выполнено антеградное наружное дренирование желчевыводящих путей с рентгенологическим исследованием желчевыводящей путей, уточнением уровня и степени блока. Для этого под ультразвуковым контролем визуализируют желчевыводящие протоки и определяют оптимальную траекторию для дренирования и последующих манипуляций. Затем осуществляли антеградную холангиографию, которая позволяла верифицировать уровень билиарной обструкции и её причину. Адекватность выполненного чрескожного чреспечёночного дренирования оценивалась по изменению интенсивности желтухи, по суточному дебиту желчи, степени снижения гипербилирубинемии в биохимическом анализе крови, а также по устранению признаков билиарной гипертензии при динамическом ультразвуковом исследовании. После снижения уровня билирубина крови, дообследования и стабилизации состояния пациентов решался вопрос об открытом оперативном лечении, переводе наружной холангиостомы в наружно-внутреннюю или о антеградном эндобилиарном протезировании. Для ряда пациентов выполненные чрескожные чреспечёночные вмешательства явились окончательным видом хирургического лечения, направленным на улучшение качества жизни.

Чувствительность, специфичность и диагностическая точность фистулографии во время постановки холангиостомы при доброкачественных заболеваниях составила соответственно 94,1%, 81,5% и 87,5%, при злокачественных – 91,2%, 80,1% и 85,3% соответственно. Всего выполнено 129 интервенционных вмешательств. Распределение характера вмешательств у больных с доброкачественными заболеваниями было следующим: наружная холангиостомия – 87,2%; наружно-внутреннее дренирование протоков 12,8%. При холедохолитиазе выполнялись: в 28 случаях (71,8%) наружная холангиостомия, в 3-х случаях (7,7%) произведено наружно-внутреннее дренирование желчевыводящих путей. У пациентов с рубцовыми стриктурами желчных протоков были выполнены: в пяти случаях (12,8%) наружная холангиостомия, наружно-внутреннее дренирование в 2-х (5,1%) случаях. При ятрогенном повреждении общего желчного протока в 1 случае (2,6%) была выполнена наружная холангиостомия.

У больных со злокачественными заболеваниями гепатопанкреатодуоденальной зоны выполнены следующие вмешательства: наружная холангиостомия – 80%, наружно-внутреннее дренирование протоков – 15,6%; антеградное эндобилиарное стентирование – 4,4%. При раке головки поджелудочной железы выполняли: наружную холангиостомию в 40 случаях (44,4%), наружно-внутреннее дренирование протоков 5 случаях (5,6%), антеградное эндобилиарное стентирование в 2-х случаях (2,2%). При холангиокарциноме общего желчного протока выполняли: наружную холангиостомию в 16 случаях (17,8%), наружно-внутреннее дренирование протоков в 6 случаях (6,7%), антеградное эндобилиарное стентирование в 1 случае (1,1%). При холангиокарциноме проксимальных желчных протоков выполняли: наружную холангиостомию в 3-х случаях (3,3%), наружно-внутреннее дренирование протоков в 1 случае (1,1%). При раке желчного пузыря во всех 3-х случаях (3,3%) выполнялась наружная холангиостомия. При раке БСДПК также во всех 6 случаях (6,7%) была выполнена наружная холангиостомия. При регионарном метастазировании выполняли: наружную холангиостомию в 4-х случаях (4,4%), наружно-внутреннее дренирование протоков в 2-х случаях (2,2%), антеградное эндобилиарное стентирование в 1 случае (1,1%).

Антеградное стентирование внепечёночных желчных протоков в качестве окончательного этапа лечения механической желтухи опухолевого генеза выполняли больным, у которых имел место нерезектабельный рак органов гепатопанкреатодуоденальной зоны с высоким риском открытого оперативного лечения. Эндобилиарное стентирование является достойной малотравматичной альтернативой различным вариантам билиодигестивных анастомозов, не уступая им в дренирующем эффекте, с минимальным риском развития осложнений. Кроме того, отсутствие наружных дренажей улучшает ка-

чество жизни пациента, его психологическое состояние, позволяет активизировать его в более ранние сроки, избавляет от необходимости приёма желчи внутрь. Стентирование общего желчного протока осуществляли металлическими нитиноловыми самораскрывающимися стентами. Во всех наблюдаемых случаях стентированию предшествовала чрескожно-чреспечёночная холангиостомия. Техника стентирования заключалась в проведении металлического проводника через опухолевую стриктуру под рентгеновским контролем, по которому в последующем производилась установка стента.

Осложнения после проведённых интервенционных вмешательств возникли в 11 случаях и были

связаны у 10 пациентов (8,8%) с дислокацией холангиостомического дренажа; в 1 случае (0,8%) с развившимся острым панкреатитом. Летальный исход возник у 3 больных, что составило 2,6%, и был обусловлен прогрессированием полиорганной недостаточности.

Интервенционные антеградные вмешательства при синдроме механической желтухи, являясь альтернативой эндоскопическим методам декомпрессии, позволяют своевременно уточнить этиологический характер заболевания, купировать билиарную гипертензию, улучшить общее состояние пациентов и определить дальнейшую тактическую позицию в лечении данной категории больных.

Библиографический список

1. Гальперин Э.И., Ветшев П.С. Руководство по хирургии желчных путей. М.: Издательский дом Видар-М, 2006.
2. Гусев А.В., Боровков И.Н., Мартини Ч.Т. и др. Новые технологии при механической желтухи доброкачественного генеза // Анн. хирург. гепатол. 2008. Т.13. №1. С.72-75.
3. Данилов М.В., Фёдоров В.Д. Повторные и реконструктивные операции при заболеваниях поджелудочной железы. М.: Медицина, 2003.
4. Затевахин И.И., Цициашвили М.Ш., Дзарасова Г.Ж. и др. Возможности доплерографии в оценке функционального состояния печени при механической желтухе // Анн. хирург. гепатол. 2001. Т.6. №1. С.113-124.
5. Кубышкин В.А., Вишневский В.А. Рак поджелудочной железы. М., 2003.
6. Майстренко Н.А., Стукалов В.В. Холедохолитиаз. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2000.
7. Мачулин Е.Г. Механическая желтуха неопухолевого генеза. Минск, 2000.
8. Охотников О.И., Григорьев С.Н., Яковлева М.В. Рентгенохирургическое лечение синдрома Мириizzi у больных с высокой степенью операционно-анестезиологического риска // Анн. хирург. гепатол. 2009. Т.14. №3. С.22-29.
9. Охотников О.И., Яковлева М.В., Григорьев С.Н., Пахомов В.И. Антеградные эндобилиарные вмешательства в лечении осложнённой желчнокаменной болезни // Анн. хирург. гепатол. 2013. Т.18. №1. С.29-37.
10. Патютко Ю.И., Котельников А.Г. Хирургия рака органов билиопанкреатодуоденальной зоны. М.: Медицина, 2007.
11. Путов Н.В., Артемьева Н.Н., Коханенок Н.Ю. Рак поджелудочной железы. СПб.: Питер, 2005.
12. Савельев В.С., Ревякин В.И. Синдром Мириizzi. М.: Медицина, 2003. 112с.
13. Тарасенко С.В., Брянецев Е.М., Мараховский С.Л. и др. Осложнения эндоскопических транспапиллярных вмешательств у больных доброкачественными заболеваниями желчных протоков // Анн. хирург. гепатол. 2010. Т.15. №1. С.21-26.
14. Тулин А.И., Зеравс Н., Купчс К. Эндоскопическое и чрескожное чреспечёночное стентирование желчных протоков // Анн. хирург. гепатол. 2007. Т.12. №1. С.53-61.
15. Шевченко Ю.Л., Ветшев П.С., Стойко Ю.М. и др. Диагностика и хирургическая тактика при синдроме механической желтухи // Анн. хирург. гепатол. 2008. Т.13. №4. С.96-105.
16. Baron T.H. Palliation of malignant obstructive jaundice // Gastroenterol . Clin. North. Am. 2006. V.35. № 1. P.101-112.
17. Mucai H. Early complication of endoscopic sphincterotomy // Digest. Endoscop. Supplem. 2002. V.4.
18. Yushidome H., Miyazaki M., Shimizu H. et al. Obstructive jaundice impairs hepatic sinusoidal endothelial cell function and renders liver susceptible to hepatic ischemia/ reperfusion // J. Hepatology. 2000. V.33 (1). P.59-67.

References

1. Galperin E.I., Vetshev P.S. Guidelines for biliary tract surgery . Publishing House Vidar -M , 2006 .
2. Gusev A.V., Borovkov I.N., Martins Ch.T. et al. New technologies in the genesis of benign obstructive jaundice // Ann. surg . hepatolog . 2008 . Vol.13 . #1. pp.72 -75 .
3. Danilov M.V., Fedorov V.D. Repeated and reconstructive surgery for pancreatic diseases. Moscow, Medicine, 2003.
4. Zatevakhin I.I., Tsitsiashvili M.Sh., Dzarasova G.J. et al. Features of Doppler sonography in the evaluation of the functional state of the liver in obstructive jaundice // Ann. surg . hepatolog. 2001. V.6. Number 1. P.113 - 124.
5. Kubyshkin V.A., Wisniewski V.A. Cancer of the pancreas. Moscow, 2003.
6. Maystrenko N.A., Stukalov V.V. Cholelithiasis. St. Petersburg.: ELBI - SPb , 2000 .
7. Machulin E.G. Jaundice non-tumor genesis . Minsk, 2000 .

8. Okhotnikov O.I., Grigoriev S.N., Yakovleva M.V. Endovascular treatment of Mirizzi syndrome in patients with a high degree of operational and anesthetic risk // Ann. surg. hepatolog. 2009. Vol.14. Number 3. P.22-29.
9. Okhotnikov O.I., Yakovleva M.V., Grigoriev S.N., Pakhomov V.I. Antegrade endobiliary intervention in the treatment of uncomplicated gallstone disease // Ann. surg. hepatolog. 2013. Vol.18. Number 1. P.29-37. Patyutko Y.I., Kotelnikov A.G. Cancer surgery of biliopancreatoduodenal zone. Moscow, Medicine, 2007.
10. Putov N.V., Artemyeva N.N., Kohanenok N.U. Cancer of the pancreas. St. Petersburg.: Peter, 2005.
11. Savelyev V.S., Revjakin V.I. Mirizzi syndrome. Moscow, Medicine, 2003. 112с.
12. Tarasenko S.V., Bryantsev E.M., Marakhovsky S.L. et al. Complications of endoscopic transpapillary interventions in patients with benign diseases of the biliary // Ann. surg. hepatolog. 2010. V.15. # 1. P.21-26.
13. Tulin A.I., Zeravs N., Kupchs K. Endoscopic stenting and percutaneous transhepatic biliary // Ann. surg. hepatolog. 2007. Vol.12. Number 1. P.53-61.
14. Shevchenko Y.L., Vetshev P.S., Stojko Y.M. et al. Diagnosis and surgical tactics in the syndrome of jaundice // Ann. surg. hepatolog. 2008. Vol.13. Number 4. P.96-105.
15. Baron T.H. Palliation of malignant obstructive jaundice // Gastroenterol. Clin. North. Am. 2006. V.35. № 1. P.101-112.
16. Mucai H. Early complication of endoscopic sphincterotomy // Digest. Endoscop. Supplem. 2002. V.4.
17. Yushidome H., Miyazaki M., Shimizu H. et al. Obstructive jaundice impairs hepatic sinusoidal endothelial cell function and renders liver susceptible to hepatic ischemia/ reperfusion // J. Hepatology. 2000. V.33 (1). P.59-67.

УДК 615.322:582.715.2:581.4

UDC 615.322:582.715.2:581.4

Т.А. ПОЗДНЯКОВА

старший преподаватель кафедры фармакологии, клинической фармакологии и фармации Орловского государственного университета
E-mail: pozdniakova95@mail.ru

Р.А. БУБЕНЧИКОВ

доктор фармацевтических наук, ассистент кафедры фармакогнозии и ботаники Курского государственного медицинского университета

Л.И. ПРОКОШЕВА

кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры фармакогнозии и ботаники Курского государственного медицинского университета

Т.А. POZDNYAKOVA

senior Lecturer Chair of Pharmacology, Clinical Pharmacology and Pharmacy, Orel State University
E-mail: pozdniakova95@mail.ru

R.A. BUBENCHIKOV

doctor of Pharmacy, Assistant Chair of Pharmacognosy and Botany Kursk State Medical University

L.I. PROKOSHEVA

ph.d. in Biology, Senior Lecturer Chair of Pharmacognosy and Botany Kursk State Medical University.

**МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТРАВЫ ГЕРАНИ
СИБИРСКОЙ (GERANIUM SIBIRICUM L.)**

MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDY HERB OF GERANIUM SIBIRICUM L.

В народной медицине как противовоспалительное, ранозаживляющее, антисептическое средство широко применяется трава герани сибирской. Внедрение данного растения в медицинскую практику предусматривает в первую очередь разработку показателей подлинности сырья. В связи с этим целью работы является разработка морфолого-анатомических признаков травы герани сибирской для выявления диагностических признаков сырья. Макро- и микроскопический анализ травы герани сибирской проводили в соответствии с методиками ГФ XI. Выявлены макроскопические и микроскопические признаки травы герани сибирской, позволяющие проводить диагностику нового вида сырья «Герани сибирской трава».

Ключевые слова: *Geranium sibiricum L., макро- и микроскопический анализ, диагностические признаки.*

Herb of Geranium sibiricum widely used in folk medicine as an anti-inflammatory, wound healing, antiseptic. The introduction of the herb into medical practice involves primarily the development of indicators of authenticity of raw materials. In this regard, the purpose is to develop a morphological and anatomical characteristics herb of Geranium sibiricum to identify diagnostic features of raw materials. Object of the investigation: air-dried powdery herb of Geranium sibiricum. Methods of the investigation: macro-and microscopic analysis herb of Geranium sibiricum

performed according to the procedures of State Pharmacopoeia XI. Results: Revealed macroscopic and microscopic features of the Siberian geranium herb allow to diagnose a new type of the row “Geranium sibiricum herb.”

Keywords: *Geranium sibiricum L., macro-and microscopic analysis, diagnostic features.*

Герань сибирская (*Geranium sibiricum L.*) – многолетнее травянистое растение семейства Гераниевые – *Geraniaceae*, высотой 20-60 см, широко распространена почти по всей Европейской части России (кроме Крайнего Севера), в Сибири и на Дальнем Востоке. [1, 2].

В народной медицине трава этого растения нашла широкое применение как вяжущее, гемостатическое, диуретическое, противовоспалительное и ранозаживляющее средство [1, 6]. Настой травы герани сибирской используется для лечения желудочно-кишечных (понос, дизентерия, колики), гинекологических заболеваний, лихорадки, злокачественных новообразований [5], ревматизме, наружно в виде примочек при экземе [4, 6]. Однако сведений о химическом составе и морфолого-анатомическом строении травы герани сибирской крайне мало. Внедрение герани сибирской в медицинскую практику предусматривает в первую очередь разработку показателей подлинности сырья.

В связи с этим **целью нашей работы** является разработка морфолого-анатомических признаков травы герани сибирской для выявления диагностических признаков сырья.

Объектом исследования служила трава герани сибирской (*Geranium sibiricum L.*). Сбор сырья проводили в Курской области в 2012 г. в период массового цветения растения.

Материалы и методы. Макроскопический анализ травы герани сибирской проводили в соответствии со статьей ГФ XI «Herbae». Сырье исследуют невооруженным глазом или с помощью лупы (10х), стереомикроскопа (8х, 16х).

Микроскопический анализ травы герани сибирской проводили в соответствии с методами ГФ XI. Для получения микрофотографий использовали лабораторный микроскоп «Биолам С-11». Микрофотографии выполняли с помощью цифровой фотокамеры Nikon D 3100. Фотографии отредактированы в программе PhotoScape v3.5. Для выявления диагностических анатомических признаков травы герани сибирской готовили микропрепараты с поверхности стебля, черешка, листа и цветка.

Результаты исследования. Цельное сырье травы герани сибирской представляет собой смесь олиственных побегов длиной 15-25 см с цветочными, отдельных цельных листьев с черешками длиной 4-7 см и частично изломанных хрупких листовых пластинок. Стебель на поперечном сечении в очертании округло-ребристый, сильноветвистый, опушенный на всем протяжении, зеленовато-бурого цвета. Листья с пятиугольной пластинкой, 2-5 см шириной, очень глубококорассеченные на ромбические, сверху крупнозубчатые, заостренные доли. Листовая пла-

стинка опушенная, сверху кожистая, темно-зеленого цвета, снизу – серовато-зеленая. Жилкование перистое, главная жилка и боковые жилки первого порядка выделяются с нижней стороны листа. Прилистники ланцетовидные, длиннозаостренные до 8 мм длиной, сверху кожистые, снизу опушенные. Черешок на поперечном сечении округлой формы, длиной 3-6 см. На поверхности черешка видны многочисленные волоски. Цветочные одноцветковые, опушенные, серовато-зеленые. Цветки мелкие, 2-3 мм длиной, лепестки бледно-розовые. Сырье имеет слабый своеобразный запах и кисловатый вкус.

Как показал микроскопический анализ, стебель на поперечном сечении в очертании округло-ребристый пучкового типа строения (рис.1 а). Эпидермис стебля (с поверхности) состоит из узких тангентально вытянутых клеток с заостренными или скошенными концами и покрыт кутикулой с продольной морщинистостью (рис.1 г). Устьичный аппарат аномоцитного типа (рис.1 г). На эпидермисе стебля встречаются три типа волосков:

- простые остроконечные толстостенные одноклеточные волоски с гладкой или слегка бородчатой кутикулой, заполненные зернистым содержимым, часто прижатые к поверхности стебля (рис.1 в);
- головчатые волоски на одно-двухклеточной ножке, с вытянутой пузыревидной одноклеточной головкой (рис.1 е);
- головчатые волоски на одноклеточной ножке с одноклеточной округлой головкой (рис.1 д).

Первичная кора представлена колленхимой, основной паренхимой и эндодермой, представленной крахмалоносным влагалищем. Колленхима образует один слой клеток, основная паренхима – 3-4 слоя клеток. Клетки основной паренхимы округлые с небольшими четко выраженными треугольными межклетниками. Иногда клетки заполнены бурым содержимым. Клетки эндодермы крупные, располагаются в один слой (рис.1 а). Центральный цилиндр начинается с перициклической склеренхимы, расположенной в 3-6 слоев клеток. Проводящие пучки расположены по кругу, коллатеральные, но между ними встречаются пучки биколлатерального типа. Флоэма мелкоклеточная тонкостенная. Во флоэме проводящих пучков встречаются клетки с бурым содержимым. Ксилема в большинстве случаев располагается подковообразно. В центральной части центрального цилиндра основная тонкостенная паренхима с небольшими четко выраженными треугольными межклетниками. Клетки её часто заполненные бурым содержимым и простыми крахмальными зёрнами (рис. 1 а).

При изучении микропрепаратов листа герани

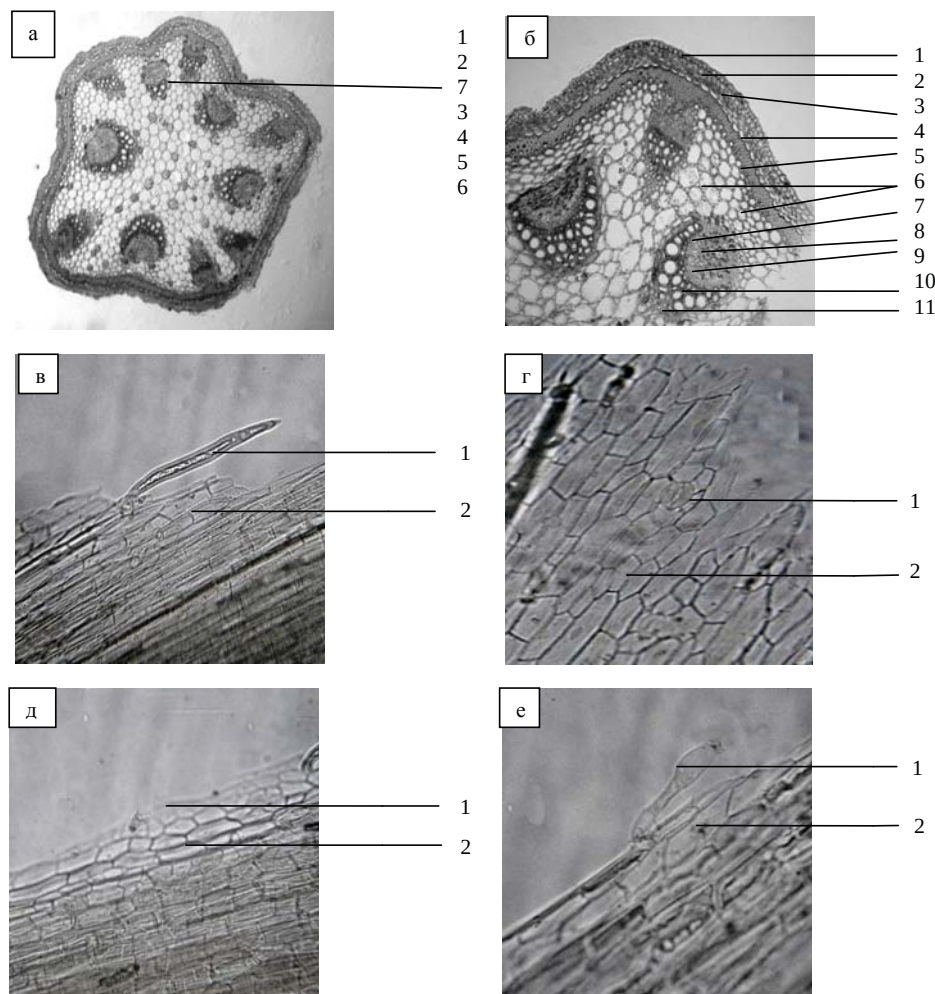


Рис. 1. Стебель:

- а) Поперечный срез стебля (увел. 52,5×). 1 – эпидермис; 2 – первичная кора; 3 – перициклическая склеренхима; 4 – паренхима сердцевин; 5 – клетки с бурым содержимым; 6 – биколлатеральный проводящий пучок; 7 – коллатеральный пучок.
б) Фрагмент поперечного среза стебля (увел. 80×). 1 – эпидермис; 2 – пластинчатая колленхима; 3 – основная паренхима; 4 – эндодерма; 5 – перициклическая склеренхима; 6 – клетки основной паренхимы с крахмальными зернами; 7 – флоэма; 8 – клетки с бурым содержимым; 9 – камбий; 10 – сосуды ксилемы; 11 – первичная флоэма.
в) Фрагмент эпидермиса стебля (увел. 200×). 1 – простой толстостенный одноклеточный волосок с зернистым содержимым; 2 – клетки эпидермиса с поверхности.
г) Фрагмент эпидермиса стебля (увел. 200×). 1 – устьице; 2 – клетки эпидермиса с продольной морщинистостью кутикулы.
д) Фрагмент эпидермиса стебля (увел. 200×). 1 – головчатый волосок на одноклеточной ножке с округлой одноклеточной головкой; 2 – клетки эпидермиса.
е) Фрагмент эпидермиса стебля (увел. 280×). 1 – головчатый волосок на двухклеточной ножке с пузыревидной одноклеточной головкой; 2 – клетки эпидермиса.

сибирской видно, что клетки верхнего эпидермиса прямостенные, многоугольные (рис. 2 а); клетки нижнего эпидермиса сильно извилисто-стенные (рис. 2 е). Устьица аномоцитного типа, крупные, многочисленные, расположены на нижнем эпидермисе (рис. 2 е). Под эпидермисом в мезофилле листа просматриваются многочисленные друзы (рис. 2 б). Вдоль жилки листа клетки вытянутые прямостенные (рис. 2 в). По краю зубчиков листа на верхнем и нижнем эпидермисе клетки прямостенные, многоугольные (рис. 2 г). Лист с обеих сторон опушен простыми волосками. Простые волоски двух типов:

- одноклеточные толстостенные волоски разной длины с вытянутыми заостренными концами (рис. 2 д);
- многоклеточные волоски с длинной базальной клеткой и небольшой верхушечной остроугольной

(треугольной) клеткой, которая в сырье часто обламывается (рис. 2 г).

Изредка встречаются головчатые волоски с двух-, трехклеточной ножкой и вытянутой пузыревидной головкой (рис. 2 в). Особенно многочисленны волоски вдоль жилки (рис. 2 в). По краю листовой пластинки многочисленны простые одноклеточные волоски разной длины, прижатые к поверхности листа, не отличающиеся от волосков, расположенных на поверхности (рис. 2 г). У края иногда встречаются одноклеточные колпачковидные волоски (рис. 2 в).

Черешок листа на поперечном срезе округлой формы (рис. 3 а). С поверхности клетки эпидермиса прозенхимные, прямостенные, с прямыми или скошенными концами. Эпидермис опушен простыми одноклеточными толстостенными волосками (рис. 3 б).

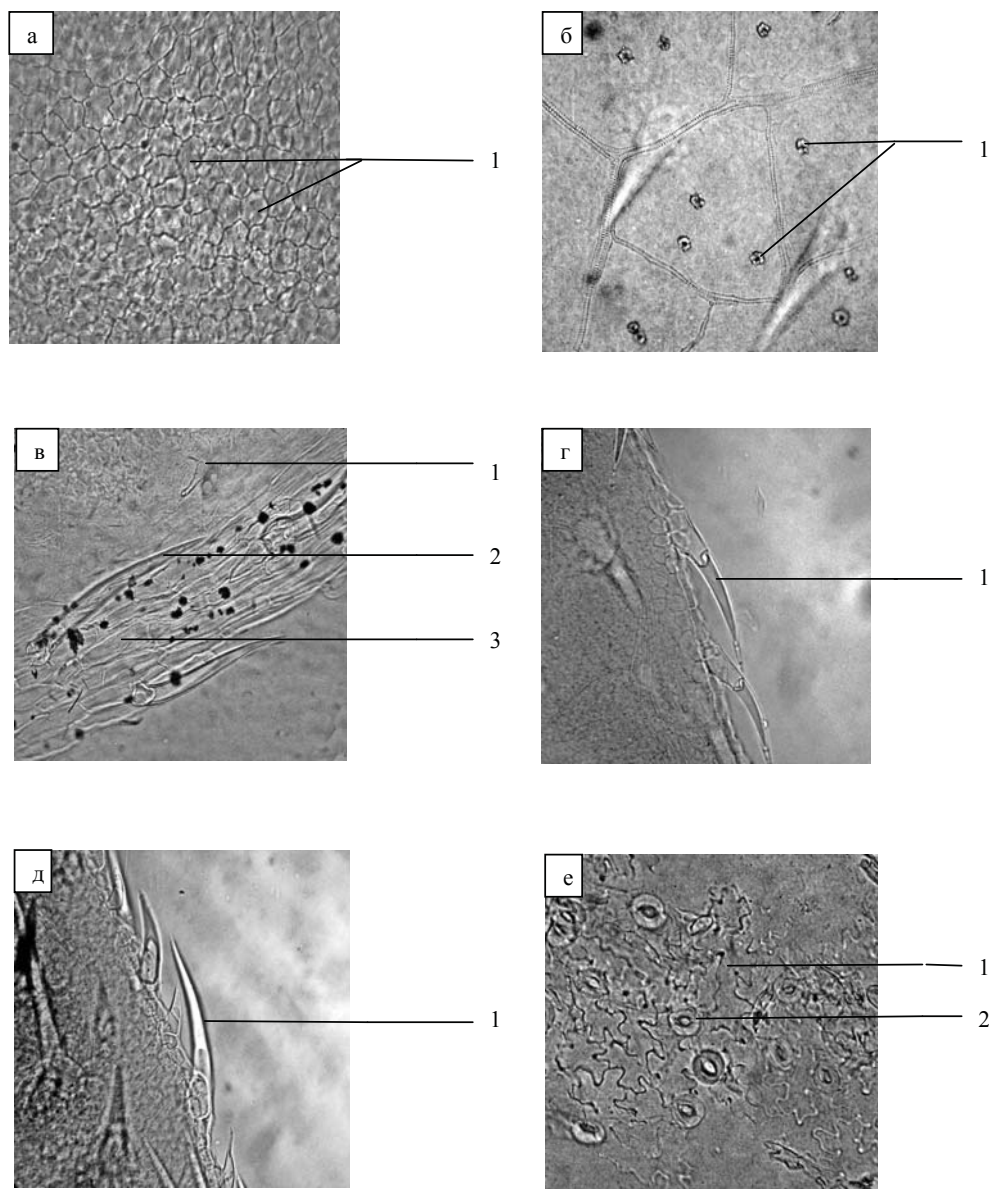


Рис. 2. Лист:

- а) Фрагмент верхнего эпидермиса листа герани сибирской (увел.200х). 1 – клетки эпидермиса.
б) Фрагмент мезофилла листа герани сибирской с друзами оксалата кальция (увел.200х). 1 – друзы.
в) Фрагмент верхнего эпидермиса листа вдоль жилки (увел.200х).
1 – головчатый волосок с пузыревидной головкой; 2 – простой одноклеточный толстостенный волосок с длинной заостренной верхушкой; 3 – клетки эпидермиса вдоль жилки.
г) Фрагмент края листа (увел. 200х). 1 – простой одноклеточный волосок с верхушечной остроугольной (треугольной) клеткой.
д) Фрагмент края листа (увел. 200х). 1 –простой одноклеточный волосок с длинной заостренной верхушкой.
е) Фрагмент нижнего эпидермиса листа герани сибирской (увел.200х).
1 – клетки эпидермиса; 2 – устьице.

Проводящая система состоит из четырех коллатеральных проводящих пучков, расположенных по кругу. Механическая ткань представлена уголкой колленхимой, расположенной в 3-5 рядов. Над каждым пучком имеются крупные участки перициклической склеренхимы, расположенной подковообразно. В центре черешка – запасная паренхима. Клетки основной запасной паренхимы крупные, округлой формы (рис. 3 а).

При исследовании элементов цветка, чашечки и венчика, основное внимание обращалось на характер опушения и форму клеток эпидермиса.

Клетки эпидермиса чашечки – прямостенные. С внутренней поверхности клетки изодиаметрические, а с наружной поверхности они сильно вытянутые. Волоски встречаются по всей чашечке, но в большем количестве – по зубцам и жилкам с наружной поверхности. Волоски такие же, как и на листе (рис. 4 а,б,в,г). Под эпидермисом в основной паренхиме просматриваются друзы, особенно многочисленные на внутренней поверхности чашечки (рис. 4 г).

Клетки эпидермиса на внутренней поверхности венчика прямостенные, многоугольные с четковидно утолщенными стенками (рис. 5 а). Ближе к краю вен-

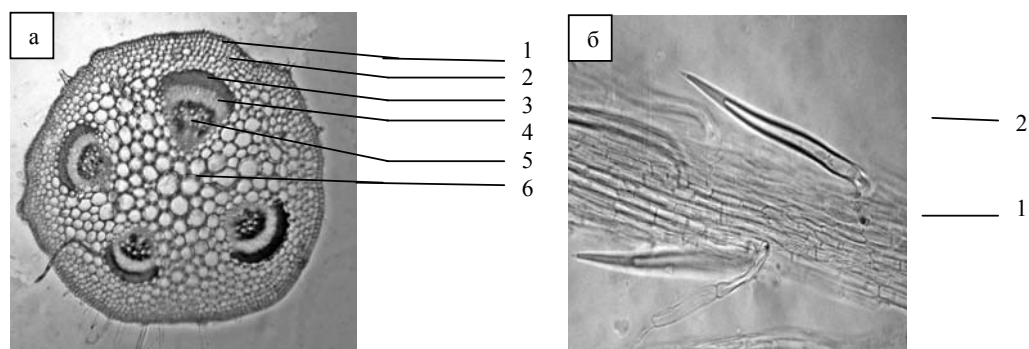


Рис. 3. Черешок:

- а) Поперечный срез черешка герани сибирской (увел.200х). 1 – эпидермис черешка, 2 – колленхима, 3 – склеренхима, 4 – флоэма, 5 – ксилема, 6 – паренхима.
б) Фрагмент эпидермиса черешка герани сибирской (увел. 200х)
1 – клетки эпидермиса, 2 – простой одноклеточный толстостенный волосок.

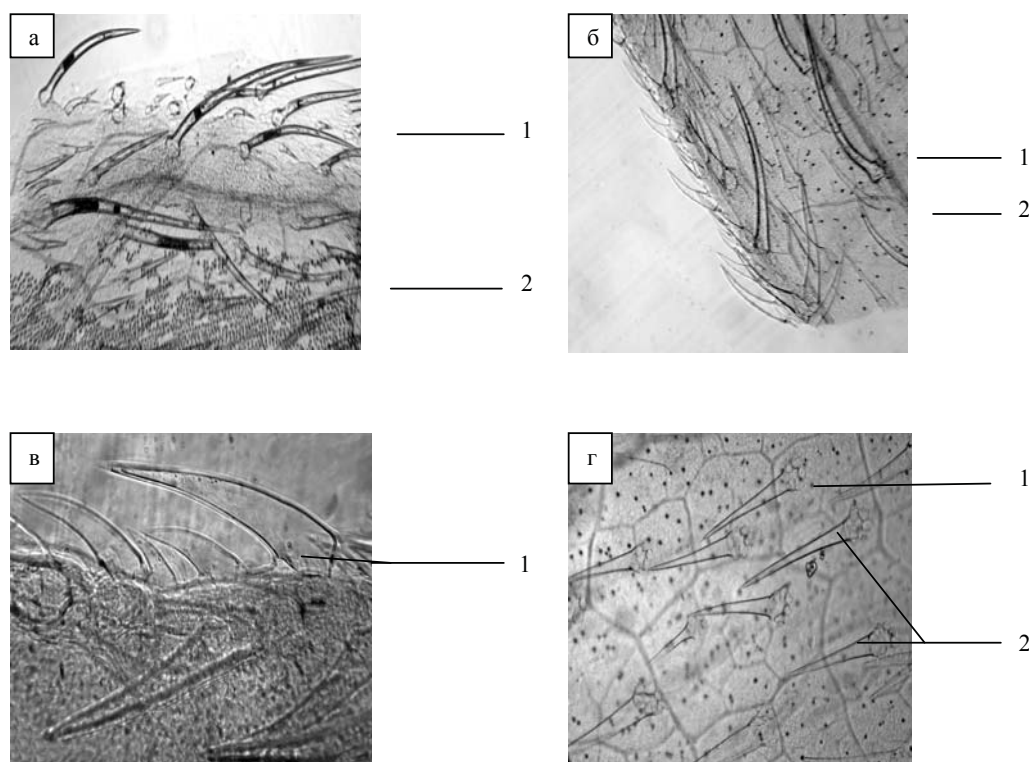


Рис. 4. Чашечка:

- а) Фрагмент внутреннего эпидермиса чашечки с простыми волосками и друзами (увел.200х)
1 – простой двухклеточный волосок с заостренной верхушкой, 2 – друзы.
б) Фрагмент внутреннего края чашечки (увел.200х).
1 – простые волоски с верхушечной остроугольной (треугольной) клеткой, 2 – друзы.
в) Фрагмент наружного эпидермиса чашечки герани сибирской (увел.200х)
1 – простой одноклеточный волосок по краю чашечки.
г) Фрагмент эпидермиса наружной поверхности чашечки герани сибирской (увел. 200х)
1 – друзы, 2 – простые одноклеточные остроконечные волоски.

чика клетки эпидермиса с наружной и внутренней стороны изодиаметрические. По самому краю венчика клетки эпидермиса сосочковидные (рис. 5 г). Между жилкой и краевой частью венчика клетки эпидермиса тонкостенные со складчатыми стенками (рис. 5 в). По эпидермису венчика довольно часто встречаются головчатые волоски такого же типа, как

и на листе (рис. 5 в). По краю венчика, на наружной поверхности венчика волоски простые одно-, трехклеточные, остроконечные (рис. 5 б,г).

Выводы. Выявлены макроскопические и микроскопические признаки травы герани сибирской, которые позволяют проводить диагностику нового вида сырья «Герани сибирской трава».

Библиографический список

1. Буданцев А. Л. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.3. Семейства *Fabaceae-Apiaceae*. Спб. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 610 с.
2. Государственная фармакопея СССР, XI изд., вып. 1. М.: Медицина, 1987. 336 с.
3. Колесникова Р.Д., Тагильцев Ю.Г., Михайлов В.И., Изотов Д.В. Эфирные масла некоторых травянистых растений и перспективы их использования. Материалы II международной конференции Лесные биологически активные ресурсы. 2004. С. 114-115.
4. Даников Н.И. 200 рецептов народной медицины. М.: РИПОЛ классик, 2006. 64 с.
5. Колесникова Р.Д., Тагильцев Ю.Г., Михайлов В.И., Изотов Д.В. Эфирные масла некоторых травянистых растений и перспективы их использования. Материалы II международной конференции "Лесные биологически активные ресурсы", 2004. С. 114-115.
6. Лавренова Г.В., Лавренов В.К. Энциклопедия лекарственных растений. Том 1. Издательство «Донеччина», 1987. 279 с.

References

1. Budantsev A.L. (eds). Plant Resources of Russia: Wild flowering plants and their component structure and biological activity. V.3. The family *Fabaceae-Apiaceae*. Spb. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2010. 610.
 2. Belikov V.V., Tochkova T.V. Complexation reaction in the analysis of flavonoids. Phenolic compounds and their physiological properties 1973 1: 168-172.
 3. State Pharmacopoeia of the USSR, Vol. 1. Common methods of analysis. Ministry of Health of the USSR. 11th ed. Moscow, Medicine, 1987. 336 p.
 4. Grinkevych N. I., Safronich L. N. (ed.). Chemical analysis of medicinal plants. M.: High. wk., 1984. 176 p.
 5. Kolesnikova R.D., Tagiltsev U.G., Mikhailov, V.I., Izotov D.V. Essential oils of some herbaceous plants and the prospects for their use. Proceedings of the II International Conference bioactive Forest Resources, 2004. S. 114-115.
 6. Lavrenova G.V., Lavrenov V.K. Encyclopedia of Medicinal Plants. Volume 1. Publishers "Donechchina", 1987. 279 p.
-
-

УДК 612.087

Г.А. ПЬЯВЧЕНКО

студент медицинского института Орловского государственного университета
E-mail: admin@givall.ru

Ю.В. УРЫВАЕВ

доктор медицинских наук, профессор кафедры общей патологии и физиологии медицинского института Орловского государственного университета
E-mail: uryvayev@yandex.ru

В.И. НОЗДРИН

доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, зав. кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии Орловского государственного университета
E-mail: science@retinoids.ru

UDC 612.087

G.A. PYAVCHENKO

student of Medical Institute, Orel State University
E-mail: admin@givall.ru

U.V. URYVAEV

MD, Professor of General Pathology and Physiology Department, Orel State University
E-mail: uryvayev@yandex.ru

V.I. NOZDRIN

MD, Professor, Academician of the Academy of Natural Sciences, Head of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Orel State University
E-mail: science@retinoids.ru

СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ LABORAS И SONOTRACK ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У КРЫС

THE USAGE OF LABORAS-SONOTRACK COMPLEX IN THE BEHAVIORAL REACTIONS RESEARCH OF THE RATS

Работа содержит результаты исследования совместного применения комплексов Laboras и Sonotrack при оценке поведенческих реакций у крыс. Синхронизация работы двух приборов позволила проследить во времени, какие виды двигательной активности (покой, спокойное перемещение по клетке, активное быстрое перемещение) соответствуют издаваемым «надпороговым крикам¹» животных. Эти результаты свидетельствуют о целесообразности объединения двух приборов в общий комплекс.

Ключевые слова: Laboras, Sonotrack, поведенческие реакции.

The article presents results of own research possibilities of complex application of complexes Laboras and Sonotrack in evaluating behavioral patterns in outbred rats. Behavioral reactions were evaluated according to data obtained by complexes Laboras and Sonotrack. Data analysis of behavioral reactions was performed by registering the Laboras complex data and choosing the desired period by indications of Sonotrack complex. Recorded including high «peak threshold» cries of animals.

The results demonstrate the relevance of combining two devices in general complex.

Keywords: Laboras, Sonotrack, behavioral reactions.

Введение

Оценка поведенческих реакций и спонтанных ультразвуковых вокализаций у мелких грызунов является важным методом определения состояния нервной системы животных. Компанией Metris (Голландия) ведётся разработка приборов (Laboras, Sonotrack) для оценки таких реакций. Эти системы удобны для оценки нейротоксичности фармакологических препаратов на этапе доклинических исследований. Однако для получения точных данных в короткий срок возникает потребность в разработке методики, позволяющей быстро оценить состояние нервной системы.

Цель и задачи исследования

Цель: разработать методику совместного применения комплексов Laboras и Sonotrack при исследовании

поведенческих реакций у крыс.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Провести синхронизацию работы систем Sonotrack и Laboras во время регистрации поведенческих реакций и ультразвуковых вокализаций.
- Выявить взаимосвязь поведения и частоты ультразвуковых вокализаций у крыс.

Материалы и методы

Разработку методики совместного применения комплексов Laboras и Sonotrack при оценке поведенческих реакций у мелких грызунов проводили на 10 аутбредных крысах-самцах возрастом 1 месяц, полученных из питомника «Филиал ГУ НЦ биомедицинских технологий РАМН «Андреевка»», выдержанных в карантине в течение 2-х недель до начала экспериментов.

Животных содержали в условиях вивария, в котором были стандартизованы: воздух (по бакте-

© Г.А. Пьявченко, Ю.В. Урываев, В.И. Ноздрин

© G.A. Pyavchenko, U.V. Uryvayev, V.I. Nozdrin

риальной чистоте, содержанию в единице объёма пылевых микрочастиц, температуре, влажности), питание (стандартный брикетированный корм с добавлением овощей), питьевая вода (стандартизированная по электропроводности), освещённость (искусственная освещённость с равным тёмным и светлым временем суток). Все параметры жизнеобеспечения животных контролировали стандартными лабораторными методами в соответствии с СОПами ЗАО «Ретиноиды». Содержание животных соответствовало приказу Минздравсоцразвития РФ от 23 августа 2010 г. N 708н «Об утверждении правил лабораторной практики». Использовали совмещённые воедино комплексы Laboras и Sonotrack. Для этого крыс помещали в клетки откалиброванного комплекса Laboras, на крыше которого находились микрофоны комплекса Sonotrack, направленные горизонтально вниз (см. рис. 1). Ультразвуковые вокализации и поведенческие реакции записывали у каждого животного отдельно с 16 до 24 часов в холодное время года.



Рис. 1. Совмещённые системы SONOTRACK(1) и LABORAS(2) при синхронной записи. Общий вид.

Поведенческие реакции оценивали по данным стандартных отчетов, сформированных комплексами Laboras и Sonotrack [1]. Помимо этого анализ поведенческих реакций проводили путём подбора интервалов времени «надпороговых криков». Для этого выбирали нужные периоды с помощью показаний двух микрофонов комплекса Sonotrack (при этом с одного микрофона поступала информация о всех ультразвуковых вокализациях, издаваемых животным, а другим фиксировались лишь «надпороговые крики»). «Надпороговые крики» животных записывали ежедневно в течение 5 дней.

Для оценки характера «надпороговых криков», отмеченных на микрофонах с повышенным параметром «peak threshold», выполняли следующую процедуру в настройках программы Laboras.

В подменю справа выбирали: название соответствующего исследования, сессию записи, номер платформы и датчик «sensor signals». Проводили просмотр движения животного в интервале 5 секунд (2 секунды до и после крика). Для уточнения характера поведения проводили сравнение его показателей с показателями с других датчиков (рис. 2). После окончания записи стандартные отчёты обрабатыва-

лись автоматически. Вручную оценивали объём данных, полученных с помощью совместного комплекса Sonotrack–Laboras с изменённым параметром «peak threshold» (рис. 3).

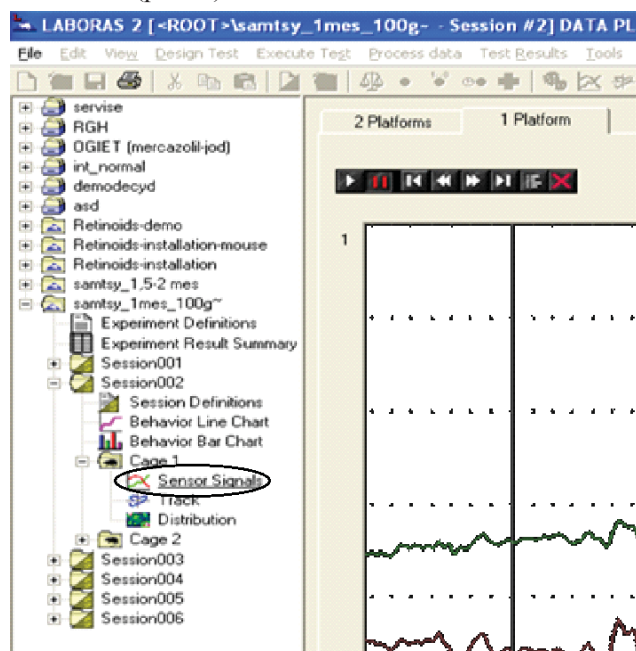


Рис. 2. Laboras: окно программы, датчик sensor signals (выделено овалом).

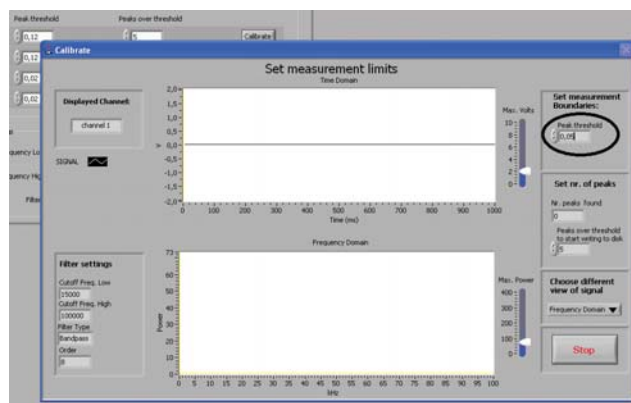


Рис. 3. Sonotrack: окно программы, параметр «peak threshold» (выделено овалом).

Результаты и их обсуждение

В настоящем исследовании выявлено, что основное время деятельности у крысы связано с параметром «неподвижность». Меньшую часть времени занимают параметры: «груминг» (уход за собой), «вертикальная стойка». «Локомоторные реакции», «питание» и «питье» занимают еще меньше времени. Около 9% данных система не распознает (рис. 4).

Проведя статистическую обработку данных с комплексов Sonotrack и Laboras с учётом среднего значения и его стандартной ошибки [5], получили следующие результаты:

- Неподвижность крысы в клетке длится в среднем 5,5 часов при записи с 16 до 24 часов, то есть 5 часов 30 минут из 8 часов.
- На груминг за 8 часов записи в среднем уходит 48 минут.

– Вертикальная стойка в среднем длится 33 минуты.

– Время на питьё обычно не превышает 10 минут и в среднем занимает 4 минуты, на приём пищи уходит не больше 15 минут, в среднем – 9 минут из 8 часов записи.

– Локомоции занимают не более 7 минут, а в среднем 2,5 минуты за 8 часов.

– Большая часть данных (от 30 минут до 1,5 часов) помечается меткой undefined (не получивший определения), в среднем 55 минут записи за 8 часов обозначается именно так.

Результаты, полученные системой Sonotrack:

– Количество криков за время записи составило в среднем 3465, наибольшее число криков пришлось на интервалы времени с 20 по 22 часа, причём нарастание числа криков идёт постепенно, с 18-19 часов.

– Средняя частота криков для крыс одного месяца жизни составила 34,5 кГц.

– Продолжительность криков составила в среднем 8,4 мс.

Путём оценки спонтанной ультразвуковой вокализации и поведенческих реакций, зарегистрированных с использованием комплексов Sonotrack и Laboras, можно достоверно судить о состоянии нервной системы животного [1, 3]. Так, по данным С.А. Жучкова [2], в норме число ультразвуковых вокализаций у одномесячных крыс варьирует в среднем от 3,5 до 4 тысяч криков за сутки. Максимальная ультразвуковая активность наблюдается у крыс в ночное время, особенно с 21 часа до 2 часов ночи; минимум отмечен в утренние часы, с 8 до 11 часов.

При совмещении систем Laboras и Sonotrack получена возможность детального исследования каждого крика, а также сравнение криков по всем параметрам в комплексе Sonotrack (рис. 5) и просмотр того, чем занималось в данный момент каждое животное, на комплексе Laboras (рис. 6–7).

При обработке надпороговых ультразвуковых вокализаций отмечено, что их число обычно не превышало 200 за 8 часов (табл. 3). При анализе этих

криков на комплексе Laboras чаще всего в эти периоды времени было отмечено активное поведение и перемещение животного.

На рис. 5–7 показано, как отличаются между собой ультразвуковые вокализации и поведенческие реакции животных, полученные с микрофонов с разными параметрами «peak threshold». Слева – одна из многих ультразвуковых вокализаций, полученных со стандартными параметрами, справа – одна из ультразвуковых надпороговых вокализаций, отобранная с помощью повышения параметра «peak threshold» в настройках Sonotrack (надпороговый крик). Отчётливо видны различия: слева – частота и амплитуда звука стандартные, продолжительность небольшая; справа – крик с повышенной частотой и амплитудой, большей продолжительности.



Рис. 4. Диаграмма оценки системой Laboras поведенческих реакций за 8 часов исследования.

На рис. 5 видно, что при визуализации криков с разной частотой они отображаются по-разному. При синхронной записи этих криков комплекс Laboras позволяет увидеть, чем в этот момент занималось животное (см. рис. 6–7).

В течение 2 секунд до и после крика животное вело себя по-разному (рис. 6–7):

На левом рисунке графически показано, что движения минимальны, крыса находилась в покое, на правом – графическое отображение высокой двигательной активности, крыса быстро перемещалась по клетке.

Таблица 1.

Движения, зарегистрированные с помощью комплекса Laboras (за 8 часов измерения, часы:минуты:секунды)

	Неподвижность	Вертик. стойка	Умывание	Питьё	Еда	Локомоции	Неидентиф. движения
Средняя величина (М)	5:27:49	0:32:39	0:48:02	0:04:22	0:09:19	0:02:27	0:55:18
Стандартное отклон. (m)	0:25:13	0:12:29	0:15:55	0:05:00	0:09:50	0:01:06	0:15:24

Таблица 2.

Ультразвуковые вокализации, зарегистрированные с помощью комплекса Sonotrack за 8 часов, n=10

	Количество криков	Средняя частота, кГц	Длительность, мс
M±m	3465±451,9	34,5± 0,96	8,4± 0,78

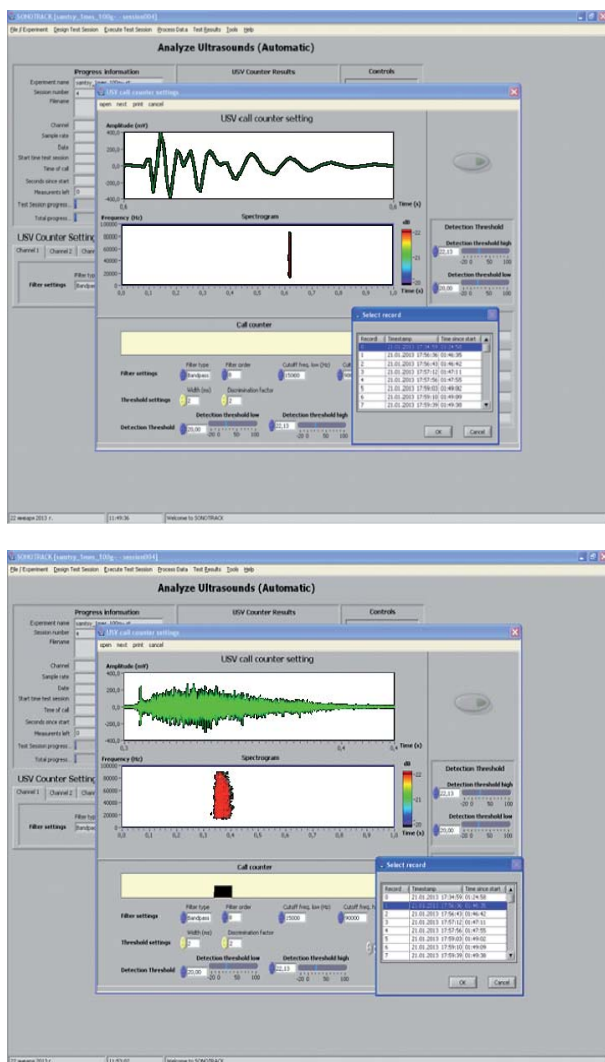


Рис. 5. Графическое изображение двух криков крысы с помощью комплекса Sonotrack. Слева – обычный крик, справа – типичный «надпороговый крик».

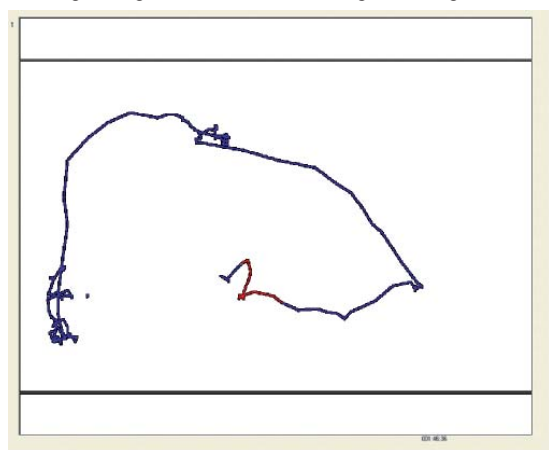


Рис. 6. Параметр «track signals» системы Laboras в то же время для этих криков. Слева – перемещение животного при обычном крике, справа – при типичном «надпороговом крике».

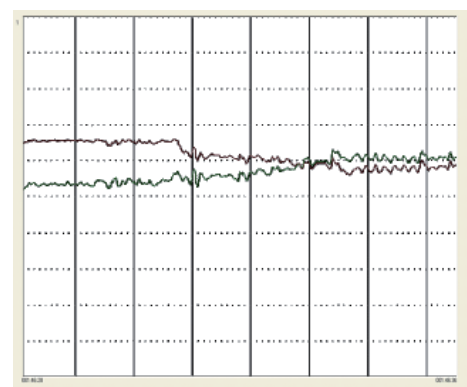
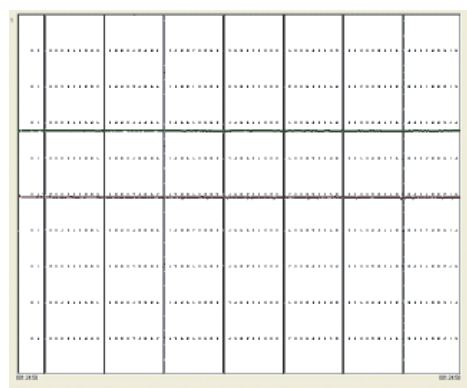


Рис. 7. Параметр «sensor signals» системы Laboras в то же время, что и на рис. 6. Слева – перемещение животного при обычном крике, справа – при типичном «надпороговом крике».

Датчик шумовых колебаний при перемещении в параметре «sensor signals» рисунка 7 показывает, что в первом случае животное почти не двигалось, а во втором колебания обоих датчиков показывают активные передвижения. Эти показания демонстрируют, что синхронизация записи на обоих комплексах позволяет изучить поведение животного в данный момент более детально, чем в ранее описанных и изученных методиках [1, 2, 4].

Согласно полученным результатам, грызуны, проявлявшие большую суточную активность, выдавали большее число «надпороговых криков» по сравнению с грызунами, проявлявшими меньшую суточную активность (см. табл. 3).

Таблица 3.

Число надпороговых криков в эксперименте

№	Количество ультразвуковых вокализаций	Количество надпороговых криков
1.	5250	338
2.	1300	58
3.	4400	175
4.	4300	143
5.	1000	49
6.	1400	76
7.	5300	325
8.	4400	191
9.	4000	153
10.	3300	124

Заключение

Разработана методика совместного применения комплексов Laboras и Sonotrack при исследовании поведенческих реакций у крыс.

Синхронизация работы двух приборов позволила проследить во времени, какие виды двигательной

активности (покой, спокойное перемещение по клетке, активное быстрое перемещение) соответствуют издаваемым «надпороговым крикам» животных. Это свидетельствует о целесообразности объединения двух приборов в общий комплекс.

Работа выполнена на средства ЗАО «Ретиноиды».

Библиографический список

1. *Акопян В.Б., Ершов Ю.А.* Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2005. С. 224.
2. *Жучков С.А., Лаврик О.И., Ноздрин В.И.* Система LABORAS в качестве альтернативного метода в изучении поведенческих реакций у экспериментальных животных // Альманах «Ретиноиды». М.: ЗАО «Ретиноиды», 2009. Вып. 29. С. 171–174.
3. *Каркищенко Н.Н., Грачева С.В.* Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях. М.: Профиль-2С, 2010. С. 238–240.
4. *Каркищенко Н.Н. и др.* Ультразвуковая вокализация и её информативные параметры у животных и человека, Биомедицина. 2011. №1. С. 4–22.
5. *Соловьев В.А., Баженов Д.В., Шинкаренко Т.В.* Статистический анализ в медицинских исследованиях. Тверь: Изд. центр Твер. гос. мед. акад., 2011. 82 с.

References

1. *Akopian V.B., Ershov Yu.A.* Fundamentals of interaction of ultrasound with biological objects. Moscow: Publishing House of the MSTU of Bauman. 2005. p. 224.
 2. *Zhuchkov S.A., Lavrik O.I., Nozdrin V.I.* LABORAS system as an alternative method in the study of behavioral responses in experimental animals // Almanac «Retinoids.» - Moscow: «Retinoids», 2009. Issue. 29. Pp. 171-174.
 3. *Karkishenko N.N., Gracheva S.V.* Guidance on laboratory animals and alternative models in biomedical research. M.: Profile-2C, 2010. Pp. 238-240.
 4. *Karkishenko N.N. et al.* Ultrasonic vocalizations and its informative parameters in animals and humans, Biomedicine. 2011. № 1. Pp. 4-22.
 5. *Soloviev V.A., Bazhenov D.V., Shinkarenko T.V.* Statistical analysis in medical research. - Tver: Ed. center of Tver. State. medical. Acad., 2011. 82 p.
-

УДК 616 – 006. 04

UDC 616 – 006. 04

О.С. САУРИНА

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой
общественного здоровья, здравоохранения и гигиены
Орловского государственного университета
E-mail: saurina051@mail.ru

А.А. ВАСИЛЬЕВ

аспирант кафедры ОЗЗиГ Орловского государственного
университета, зам. начальника отдела СГМ
Управления Роспотребнадзора по Орловской области
E-mail: aavorel@yandex.ru

O.S. SAURINA

PhD in medical Sciences, Professor, head of department
of social health, health protection and hygiene medical
Federal
E-mail: saurina051@mail.ru

A.A. VASILIEV

Deputy division chief social hygienic monitoring
Department Rospotrebnadzor in Orel region assistant
of department of social health, health protection and
hygiene medical Federal University
E-mail: aavorel@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ЭТИОЛОГИЮ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

MODERN VIEW ON ETIOLOGY OF CANCER (REVIEW OF LITERATURE)

В статье обобщены исследования отечественных и зарубежных авторов по изучению этиологии заболеваемости злокачественными новообразованиями. Приведенные данные являются основой для разработки системы профилактических мероприятий по снижению заболеваемости злокачественными новообразованиями.

Ключевые слова: этиология злокачественных новообразований.

The article summarizes research of domestic and foreign authors on the study of the etiology of cancer morbidity. These data are the basis for the development of the system of preventive measures to reduce morbidity with malignant neoplasms.

Keywords: etiology of malignant neoplasms.

Систематическое ведение динамического наблюдения онкологических больных, развитие науки и международного сотрудничества позволили выявить ряд закономерностей в возникновении онкологических заболеваний.

Базы данных национальных Канцеррегистров свидетельствуют о сложившейся системе методологии современных подходов к оценке риска канцерогенных факторов. Анализ данных внедрения системы управления рисками показывает, что возможно снижение заболеваемости раком путем выявления канцерогенных агентов в среде обитания и снижения контакта с ними человека.

С учетом широкого диапазона неопределенности оценок канцерогенного риска была разработана методология определения зависимостей «доза-ответ» и «доза-эффект», что позволило принять положение об беспороговой концентрации для генотоксических канцерогенов (отсутствии нижнего порога эффекта) и внедрить понятие предельно допустимых доз и концентраций негенотоксических токсических веществ.

Сложилось научное направление онкоэкологии, выявляющей связь между загрязнением окружающей среды и онкологической заболеваемостью.

Онкоэпидемиологические исследования проводятся с целью выявления источников загрязнения воздуха жилых и производственных помещений,

воды водоемов и питьевой воды, почвы, пищевых продуктов, образом жизни, производственной деятельностью. Значительный прогресс в изучении онкологического риска канцерогенных факторов был достигнут благодаря развитию направления молекулярной эпидемиологии рака.

Разработаны методы биомониторинга индивидуального канцерогенного риска; мониторинг биомаркеров и диагностика генетических особенностей организма, определяющих предрасположенность к развитию рака при воздействии канцерогена, активно разрабатываемое в последние годы направление научных исследований.

Злокачественные новообразования являются второй по частоте и социальной значимости после сердечно-сосудистых заболеваний причиной смертности населения, формирующей отрицательный демографический баланс в Российской Федерации. Одна из задач – сокращение уровня смертности населения от онкологических заболеваний за счет внедрения программ профилактики и скрининговых программ раннего выявления онкологических заболеваний [16].

К 2020 году прогнозируют увеличение онкологической заболеваемости в 1,5-2 раза по сравнению с уровнем 2000 года. Считается, что на процесс роста заболеваемости злокачественными новообра-

зованиями оказывают влияние процессы старения населения. Этот же источник отмечает, что в развитых странах наблюдаются процессы замедления и снижения смертности от злокачественных новообразований за счет высококачественного лечения, а также эффективно разработанных профилактических программ и улучшения раннего выявления рака. Основной прирост заболеваемости злокачественными новообразованиями приходится на развивающиеся страны и страны с переходной экономикой [6].

Многоступенчатый процесс канцерогенеза определяет триада факторов: снижение иммунологической реактивности организма, воздействие канцерогенного агента (экзогенной или эндогенной природы), нарушение функции органа или ткани [5].

Одной из ведущих концепций канцерогенеза является мутационная теория, согласно которой все канцерогены обладают мутагенной активностью, хотя не все мутагены являются канцерогенами. В последующие годы важная роль в развитии онкогенной трансформации клеток и опухолевой прогрессии отведена свободным радикалам [4].

В 1970 году Burnet доказал, что «постоянство генетического состава организма контролируется иммунной системой».

Накопление изменения в геноме приводит к появлению клеток, характеризующихся морфологическим, функциональным, биохимическим атипизмом, автономным ростом, «ускользанием» от гуморальных и нервных влияний [10, 18].

Дальнейший путь развития измененной (малигнизированной) клетки зависит от индивидуальных защитных механизмов организма – состояния эндокринной и нервной систем, иммунологической реактивности, обмена веществ и т.д.

В 1940 году двумя группами ученых Вейцмановского института (И. Беренблум с соавт.) и Висконсинского университета (Р. Баутвелль) было показано наличие в канцерогенезе по крайней мере двух четко различимых стадий: инициации и промоции.

Процесс может пойти по одному из трех направлений: клетка может погибнуть, дать начало опухолевому процессу или сохраниться в латентном состоянии длительное время [5].

В стадии инициации происходит необратимое качественное изменение клетки генотоксическим агентом (канцерогеном). Происходит мутация, вследствие которой клетка становится аномальной (предраковой) или сохраняет полученное повреждение генома в латентной форме. Предполагается, что однократный контакт клетки с канцерогеном достаточен для её малигнизации.

На стадии промоции активизируются онкогены, обеспечивающие злокачественное перерождение клетки, и инактивируются гены-супрессоры, подавляющие опухолевый процесс. Клетки с латентным потенциалом канцерогенеза активизируются промоторами, обычно неканцерогенными и немутаген-

ными веществами, и превращаются в пул активно пролиферирующих опухолевых клеток. Если защитные механизмы не ликвидируют повреждение в геноме или организм не уничтожает измененную клетку, то в результате нарушения процесса нормального клеточного деления, нарастания иммунодепрессии и подавления работы иммунной системы наступает стадия прогрессии, во время которой опухоль и обнаруживается.

Способствуют развитию злокачественных новообразований такие эндогенные факторы, как повышение содержания в крови кортизола, инсулина, холестерина, усиление пролиферации соматических клеток и торможения деления лимфоцитов, что в свою очередь вызывает метаболическую иммунодепрессию [5, 7].

Этиологическая роль ряда онкогенных факторов описана многими исследователями. К их числу отнесены канцерогенные химические вещества, вирусы, различные виды лучевой энергии, комплекс факторов, характеризующих образ жизни (питание, курение и другие привычки, употребление лекарств и т.д.). Фактически, все названные этиологические агенты можно назвать экологическими, поскольку их большинство или возникает и циркулирует в природе, или усиливает канцерогенный эффект в комбинации с «внешними» факторами. [5, 14, 17, 19].

Общепризнанными факторами риска онкологических заболеваний считаются наследственность, иммунодепрессия, нарушенный эндокринный фон, хронические воспалительные и вялотекущие пролиферативные процессы, пожилой возраст [6, 9, 10, 28, 29].

Возраст человека (демографический фактор) является решающим в вероятности развития онкологического заболевания. Старение населения приводит к тому, что в обозримом будущем следует ожидать роста заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от них [8, 9, 28, 29].

Еще в 1973 году J.Higginson и C.S.Muir впервые сформулировали концепцию, согласно которой с влиянием внешних факторов связаны не менее 85,0% случаев злокачественных новообразований.

Международным агентством по изучению рака (МАИР, г.Лион) к канцерогенным отнесены более 50 факторов, к предположительно канцерогенным веществам – более 200 веществ [10]. Канцерогенное действие на клетку оказывают ионизирующая и солнечная радиация, эстроген-содержащие препараты, курение, потребление алкогольных напитков.

Канцерогенами признаны около 50 химических веществ, 19 химических смесей, 15 производственных процессов, 10 биологических агентов-возбудителей инфекционных заболеваний (7 видов ДНК или РНК-содержащих вирусов, бактерии *H. pilori*, простейшие *Shistosoma haematobium*, гельминты *Opisthorchis viverrini*) [10].

В Российской Федерации доказано канцерогенными считают 108 химических веществ и их смеси,

продукты и комбинации, 16 производственных процессов, 7 физических факторов, 10 биологических факторов, 3 фактора образа жизни [19].

Данные, опубликованные в последние годы, убедительно свидетельствуют о том, что активные формы кислорода, оксид азота и его производные в сочетании с инфекционными патогенными факторами, бактериями и вирусами, являются ключевыми факторами канцерогенеза [1, 23].

Ионизирующие излучения, независимо от их вида и способа воздействия, повреждают генетический аппарат клетки. Особенно опасны радионуклиды при попадании в организм человека через органы дыхания и пищеварения [10, 13].

Считается, что среди физических факторов окружающей среды, обладающих способностью канцерогенного воздействия, ультрафиолетовое и ионизирующее излучение, суммарно получаемое человеком от естественной радиации и при диагностических медицинских манипуляциях, составляет не более 5% [8, 19]. Последние исследования с воздействием радиации связывают не менее 10% случаев [22, 26].

60-70% всех случаев рака в той или иной мере связаны с загрязнением атмосферного воздуха и вредными химическими веществами, находящимися в окружающей среде и влияющими на условия жизни.

Алиментарный фактор составляет до 35%; канцерогенным действием обладают копчености, маринады, консервы и пища, приготовленная с применением ранее использованного жира. Такие особенности питания, как высококалорийная пища, потребление легкоусвояемых животных жиров, мяса и молока достоверно связаны с развитием рака толстой кишки, молочной железы, матки и простаты. Доказанными факторами риска являются избыточный вес и низкая физическая активность.

Следует отметить, что пища может обладать как инициирующим, так и промотирующим процесс канцерогенеза, действием. В настоящее время алиментарными веществами-проторами считают насыщенные жиры и белки; существует прямая зависимость промоторного эффекта от дозы и времени воздействия [9].

Систематическое употребление овощей и фруктов, достаточное количество их в рационе питания – ключевой фактор уменьшения риска развития онкологических заболеваний [9, 10].

Стрессовый механизм, не являясь причиной промоции опухолевого процесса, на этапах его формирования и прогрессии оказывает на него непосредственное влияние. Выраженность влияния стресса определяется силой и продолжительностью депрессивного состояния. Кроме того, стресс увеличивает чувствительность организма к действию токсичных, мутагенных и канцерогенных агентов. [1].

Изучая социально-экономическое и психоэмоциональное состояние населения ряда стран,

специалисты МАИР пришли к выводу, что бедность и сильный затяжной стресс, ведущий к тяжелой депрессии, — два важнейших фактора риска, которые влияют на уровень онкологической заболеваемости населения [27, 39].

На территории России граждане с низкими доходами имеют и низкие потребительские возможности. Особенно сложная ситуация в сельской местности – удаленность от квалифицированной медицинской помощи, недоступность лекарственного обеспечения, скудный рацион питания являются не только факторами риска заболеваемости, но и выживаемости онкологических больных.

Считается доказанной взаимосвязь между особенностями метаболизма женских половых гормонов и риском возникновения гормонозависимых опухолей молочной железы, эндометрия и яичников. [30].

Вредные привычки играют значительную роль в развитии злокачественных новообразований. Курение, оксидативный стресс и инсулинорезистентность являются нередкими спутниками синдрома приобретенного иммунодефицита.

С курением связано 90% случаев рака легкого, 30-40% случаев рака мочевого пузыря и почек, 50-70% рака пищевода, глотки и ротовой полости. Кроме того, канцерогены табачного дыма и атмосферного воздуха действуют синергически. [10].

Для формирования современной концепции канцерогенеза, основой явилась вирусно-генетическая теория. «... Любая клетка потенциально может образовывать вирус, так как она содержит информацию, необходимую для образования эндогенного вируса» (Зильбер Л.А., 1967 год) [12, 17, 21].

Согласно вирусно-генетической теории, теории онкогенов, протоонкогенов и антионкогенов, вирусы являются причиной 10% онкологических заболеваний. В настоящее время канцерогенными признаны не только вирусы (вирус гепатитов В и С, вирус папилломы человека типов 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59 и 66, вирус Эпштейна-Барр, герпес-вирус, вирус Т-клеточного лейкоза, вирус иммунодефицита человека), но и бактерии (*Helicobacter pylori*), трематоды (*Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis viverrini*, *Opisthorchis felinus*, *Schistosoma haematobium*) [19].

Помимо инфекционных заболеваний, одним из ведущих факторов риска развития неоплазий различных локализаций является гормональный дисбаланс. Детальное обоснование механизмов гормонального канцерогенеза, в частности развития РМЖ, было представлено в работах ряда отечественных и зарубежных авторов [2, 34].

Не подвергается сомнению, что ранняя диагностика и профилактика злокачественных новообразований невозможны без знания причин, приводящих к заболеванию. Изучение экспериментальной онкологией канцерогенных веществ окружающей среды привело к выводу, что воздействия только канцерогенных агентов недостаточно для развития рака. В понятие «окружающая среда» специалисты вклю-

чают не только промышленное загрязнение канцерогенными веществами питьевой воды, воздуха, продуктов питания, но и социальную, культурную деятельность, обычаи и привычки населения. Причины рака, которые можно предотвратить, еще четко не идентифицированы, но существует мнение, что они существуют почти для половины случаев рака. В канцерогенезе существенное, а подчас решающее значение, имеют так называемые модифицирующие факторы; одни из них способствуют развитию процесса, а другие тормозят его [32]. По мнению большинства исследователей, злокачественную трансформацию клетки можно остановить на любом этапе канцерогенеза (инициации, промоции и даже ранней стадии прогрессии), что позволяет считать предупреждение и профилактику онкологических заболеваний рака реальной целью системы здравоохранения. Модифицирующие факторы могут оказать существенное влияние на заболеваемость злокачественными новообразованиями: различные физические факторы и химические агенты могут модифицировать инициацию и экспрессию опухолевой трансформации клеток [26].

Таким образом, канцерогенез – сложный и многоступенчатый процесс; наличие воздействия доказанного канцерогенного факторов риска не всегда приводит к развитию злокачественного новообразования; зачастую опухоль возникает под действием ряда взаимно дополняющих факторов. Одни факторы может быть связаны как с развитием опухолей определенных органов, так и опухолей различных локализаций.

Рассмотрим более подробно этиологию наиболее часто встречающихся локализаций.

Злокачественные новообразования кожи. Продолжительное интенсивное солнечное излучение при работе на открытом воздухе, злоупотребление естественном загаром и загаром в солярии являются основными факторами риска возникновения злокачественных новообразований кожи [38]. Генетически люди «северного» фенотипа менее защищены от повреждающего действия ультрафиолетового излучения [10, 30, 33]. Доказанным фактором риска обладают химические канцерогены – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), – содержащиеся в саже, асфальте, гудроне, минеральных маслах, парафиновом воске и т.д. [10].

Трофические язвы, ожоги, хронические инфекции, экзема, нарушают гомеостаз кожи и, поддерживаемые патогенными и условно-патогенными бактериями, вирусами и грибами, являются фактором риска возникновения рака кожи. Диспластические невусы являются предраковым состоянием и несут высокий риск малигнизации [5].

Развитие **рака легкого** связывают с воздействием канцерогенных загрязнений атмосферного воздуха (продукты сгорания топлива: окись углерода, двуокись азота, окись серы, формальдегид, ПАУ); бенз(а)пирен; соединения хрома и никеля,

бериллий, кадмий, мышьяк, асбест, тальк и асбесто-подобные волокна; продукты, образующиеся при выплавке алюминия [10, 11]. Наличие заболеваний у ближайших родственников. Курение, в том числе пассивное, злоупотребление спиртными напитками. Ионизирующая радиация, в том числе проведение флюорографических исследований, радон [5, 10, 11, 20].

Значителен перечень профессий, представители которых чаще всего подвержены риску развития рака легкого. К ним относятся не только лица рабочих специальностей, занимающиеся обработкой стекла, металла, работники горнодобывающей промышленности, специалистов сельского хозяйства, животноводы. Риск рака легкого высок среди бухгалтеров, кассиров, управляющих оптовой и розничной торговли, медиков, библиотекарей и швей [10].

Предраковыми заболеваниями считают хронический неспецифический бронхит, аденома и поликистоз бронхов, пневмосклероз, доброкачественные опухоли легких, иммунодефицитные состояния. [9, 10].

Факторы риска заболевания **раком молочной железы** характеризуют функционирование репродуктивной системы; развитие опухоли связывают с ранним менархе (до 12 лет), поздней менопаузой (после 55 лет), отсутствием или поздним началом половой жизни (после 25 лет), поздними первыми родами (после 30 лет), отказом от грудного вскармливания, бездетностью, частыми абортами [10]. Рак молочной железы – гормонозависимая опухоль. Факторами риска являются эндокринно-метаболические заболевания, в том числе ожирение, гипертоническая болезнь, атеросклероз, сахарный диабет, гипотиреоз [10, 11]. Гормонозаместительная терапия эстрогенами, бесконтрольный прием противозачаточных препаратов повышает риск рака молочной железы, который снижается после завершения их приема [10].

К экзогенным факторам риска относятся ионизирующая радиация, химические канцерогены, частое посещение солярия, повышенное содержание жира в рационе, высококалорийное питание, низкая физическая активность; травмы молочной железы [3, 23].

Развитие рака молочной железы и «молочно-яичникового синдрома» у кровных родственников связаны с генами BRCA-1 или BRCA-2 и [23].

Наиболее часто развитие **рака тела, шейки матки и яичников** связывают с факторами, характеризующими функционирование репродуктивной системы (бесплодие, отсутствие родов, отсутствие половой жизни, позднее наступление менопаузы), поликистозом и гранулезноклеточными опухолями яичника [4, 5, 9, 28].

Доказанными факторами риска развития заболеваний считают раннее менархе (до 12 лет), поздняя менопауза (после 55 лет), отсутствие половой жизни, отсутствие родов, первичное и вторичное бесплодие. Низкое социально-экономическое положение [21].

На возникновение **рака шейки матки** влияют ранее начало половой жизни, большое количество половых партнеров, инфекции, передающиеся по-

ловым путем, инфицирование вирусом папилломы человек, несоблюдение половой гигиены; наличие в анамнезе эрозий, эктопий, лейкоплакии. Ранние беременности и роды; травма шейки матки в родах. [10, 23, 24, 25].

Рак тела матки развивается на фоне эстрогенной стимуляции эндометрия, сочетающейся с недостаточностью прогестерона; бесконтрольного приема тамоксифена и оральных контрацептивов. У пациенток часто имеется ожирение, связанное с избыточным эффектом эстрогенов и дисбалансом в рационе питания жиров, растительной клетчатки, белков. Одним из серьезных доказательств гиперэстрогенизации в патогенезе рака эндометрия служат известные сведения о повышении частоты заболевания женщин постменопаузального возраста, в течение длительного времени получавших заместительную терапию (ЗГТ) эстрогенсодержащими препаратами, преимущественно, некурящих, что может быть связано с «антиэстрогенным» эффектом табачного дыма и влиянием на метаболизм эстрогенов. Частота заболеваемости раком эндометрия растет с возрастом; к 45-49 годам увеличиваются частота ановуляторных циклов и величина соотношения эстрадиол/прогестерон [2, 4, 9, 35, 37].

Для развития **рака яичника** помимо указанных выше факторов характерна генетическая предрасположенность; описаны наследственные синдромы, включающие в себя поликистоз яичников, эндометриоз и рак молочной железы (так называемый «молочно-яичниковый синдром»)[8]. Кроме того, доказана роль профессионального фактора (у женщин, имеющих контакт на производстве с асбестом и тальком) [13, 14, 22].

К доказанным факторам риска развития **рака желудка** относят погрешности питания (избыток в рационе жиров при недостаточном количестве белков, клетчатки в виде свежих овощей и фруктов, употребление пережаренной и острой пищи), загрязнение питьевой воды химическими канцерогенами (нитраты и нитриты), наличие вредных привычек (употребление крепких спиртных напитков, суррогатов алкоголя, курение). Высокий риск развития рака желудка у родственников. Основным социальным фактором считают низкий уровень доходов и хронический стресс [9, 10, 20, 35, 38]. Недостаточное употребление веществ-протекторов репаративных способностей клетки (витамин С, селен) [6].

Заболевания желудка, ассоциируемые с *Helicobacter pylori* [10, 19] и предраковые заболевания (хронический антацидный гастрит, аденоматозные полипы желудка, хроническая язва желудка, резекция желудка по поводу доброкачественных неоплазий, болезнь Менетрие, пернициозная анемия) часто встречаются в анамнезе пациентов с раком желудка [5, 10, 35].

Злокачественные новообразования кишечника. Неправильное и несбалансированное питание (потребление жирной и мясной пищи, фаст-фуд,

недостаток в рационе растительной клетчатки, и витаминов), хронические запоры, ожирение, малоподвижный образ жизни, возраст старше 50 лет считают ведущими факторами риска возникновения злокачественных новообразований **толстого кишечника**. [5, 10, 11, 20, 40]. Вредные привычки (курение, употребление алкоголя), хронический стресс, прием нестероидных противовоспалительных препаратов.

Предраковыми заболеваниями являются хронические колиты, дивертикулы ободочной кишки, полипы ободочной кишки, болезнь Крона, геморрой. Гипотония и атония кишечника в пожилом возрасте. Инфицирование вирусом папилломы человека, вирусом иммунодефицита. [5, 10].

Злокачественные новообразования поджелудочной железы. Доказанными факторами риска является рацион, богатый продуктами животного происхождения, приготовление пищи с большим количеством жира, острые приправы, пересоленная и консервированная пища, употребление алкоголя. Профессиональный контакт с растворителями, нафтиламином, бензидином, полихлорированными бифенилами. Курение. Предраковыми заболеваниями считаются хронический панкреатит, сахарный диабет, калькулезный холецистит, аденома поджелудочной железы, кисты поджелудочной железы. [1, 5, 10].

Однако не всегда воздействие доказанных канцерогенных факторов приводит к заболеванию. Изменения образа жизни (отказ от курения и употребления наркотических средств, злоупотребления алкоголем), рацион, богатый растительной пищей, витаминами и микроэлементами, активный образ жизни – вот факторы защиты.

«Совершенно очевидно, что заболеваемость раком и степень выживаемости коррелируют с социально-экономическими факторами. Малообеспеченные и неимущие группы населения обычно в большей степени подвержены действию предупреждаемых факторов риска, таких как наличие канцерогенов в окружающей среде, употребление алкоголя, наличие возбудителей инфекций и употребление табака» [16].

С учетом результатов работы по предупреждению развития онкологических заболеваний, проведенной в мире, и анализа ситуации на территории Российской Федерации определены приоритеты, на которых должны быть сосредоточены основные усилия в области первичной профилактики рака (ПППР) в системе здравоохранения РФ:

1. борьба с табакокурением и злоупотреблением алкоголем;
2. рационализация питания;
3. повышение физической активности и борьба с избыточным весом;
4. уменьшение воздействия канцерогенных химических и физических факторов (производство, природная среда, жилище);
5. профилактика воздействия инфекционных канцерогенных факторов

Необходимым условием успешного развития государственных региональных программ ППР является их координация с программами, действующими как в области практической (скрининговые обследования отдельных групп населения, массовая вакцинация против гепатита В и т.д.), так и профилактической медицины. Особенно актуально участие в государственных социальных профилактических

программах, таких как борьба с табакокурением, злоупотреблением алкоголем, неправильным питанием и увеличением массы тела (ожирением), недостаточной физической активностью. Реализация этих программ на государственном уровне имеет целью не только профилактику возникновения злокачественных новообразований, но и прочих хронических неинфекционных заболеваний. [15].

Библиографический список

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяции. М.: Академкнига, 2003.
2. Берштейн Л.М. Гормональный канцерогенез. СПб.: Наука, 2000. 199 с.
3. Берштейн Л.М., Цырлина Е.В., Коваленко И.Г. и др. Рецепторный статус опухолей у курящих и страдающих диабетом больных раком молочной железы // Вопр онкологии. 2005. Т.51, №2. С.187-191.
4. Бохман Я.В. Руководство по онкогинекологии.. Л.: Медицина, 1989. 463 с.
5. Ганцев Ш.Х. Онкология: Учебник для студентов медицинских вузов. 2-е изд. Испр. И доп. М.: ООО «Медицинское информационное агенство», 2006. 488 с: ил.
6. Доклад экспертов ВОЗ /ВОЗ. Женева, 2008. 178 с.
7. Долл Р., Пито Р. Причины рака. Киев: Наукова думка, 1984. 256 с.
8. Дильман В.М. Общая онкология/Дильман В.М. Цырлина Е.В., Берштейн Л.М. и др.//Л: Медицина, 1989. С.119-42.
9. Жвиташвили Ю.Б. Рак и питание. 3-е издание дополненное и переработанное. С-Петербург. 2010. 365.
10. Заридзе Д.Г. Профилактика рака. Руководство для врачей. М.: ИМА-ПРЕСС, 2009. 224 с.
11. Захарченко М.П. Современные проблемы эко-гигиены. Часть II.1993 Киев «Хрещатик» С.32-64.
12. Зильбер ЛА Вирусно-генетическая теория происхождения злокачественных опухолей. М.: Медицина, 1968.
13. Избранные лекции по клинической онкологии. Под ред.акад. РАМН В.И.Чиссова, проф. С.Л. Дарьяловой. М.: 2000. 736 с.
14. Ильницкий А.П., Соловьев Ю.Н. Некоторые теоретические и организационные вопросы первичной профилактики рака//Первичная профилактика рака/Ред. Н.Н. Блохин, А.П. Ильницкий. М.: ВОНЦ АМН СССР, 1986. С. 5 - 14.
15. Ильницкий А.П. Общие принципы профилактики рака/ Профилактика профессионального рака (составитель В.Б.Смулевич). М.: Профиздат, 2004. С.7-46.
16. «Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г.»
17. Копнин Б.П. Современные представления о механизмах злокачественного роста // X Российский онкологический конгресс: материалы конгресса. М., 2006. С. 99–102.
18. Кочан Е.А. Молекулярно-генетические основы канцерогенеза // Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол. 2002. №3. С. 32–36.
19. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 1.2.2353-08) М: ФЦГЭ Роспотребнадзора. 2008. 31 с.
20. Краткое руководство по диагностике и стадированию рака в развитых и развивающихся странах. Перевод и редакция профессора Н.Н.Блинова, к.м.н. М.М.Константиновой. СПб.; СОТИС, 2001. 200 с.
21. Лихтенштейн А.В. Опухолевый рост: ткани, клетки, молекулы /А.В. Лихтенштейн, В.С. Шапот// Патологическая физиология. 1998. №3. С. 25–44.
22. Москалев Ю.И. Стрельцова В.Н. Лучевой канцерогенез в проблеме радиационной защиты. М.: Энергоиздат, 1982.
23. Справочник по онкологии / под.ред. В.М.Моисеенко. М., 2008. 260 с.
24. Саурина О.С., Васильев А.А. Характеристика онкоэпидемической ситуации в Орловской области. Региональные факторы риска (современное состояние проблемы)//Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Том 5. – Материалы VIII Международного симпозиума. М.:РАН, 2013. С. 119-128.
25. Саурина О.С., Васильев А.А. Региональные особенности риска возникновения злокачественных новообразований у населения Орловской области/ Передовые решения в науке и практике: научные гипотезы, новизна и апробация результатов исследований. Комплексная монография / АНО содействия развитию современной отечественной науки. Издательский дом «Научное обозрение»; М.: Планета, 2013. С. 131-136.
26. Цыба А.Ф. Эпидемиологические аспекты радиационного канцерогенеза (научный обзор)/Радиация и риск, 1995, вып.6 С.78-122.
27. Юдин С.В., Мелякова А.А Бедность как социально-гигиенический фактор риска онкологических заболеваний Оригинальные исследования, 2005, №. 4, С. 37-39.
28. Ares S.L. Multiple primary cancer in adults (MPCA)/S. L. Ares, S. Polo, L. Ezcurdia et al. // 42 th Annual Meeting

of American Society Oncology. – Atlanta, Georgia. – June 2- 6, 2006. – 2006 Annual Meeting Proceedings Part 1 (a supplement to the Journal of Clinical Oncology. – [16027]

29. *Anisimov V.N.* Age as a risk factor in multistage carcinogenesis // In «Comprehensive Geriatric Oncology», Harwood Academic Publishers. – 1998. – P. 157–78.

30. *Barron A., Bermejo L., Castro I.* Estrogen receptors and the mammary gland // *Rev. Invest. Clin.* — 1997. — Vol. 49, N 6. — P. 515–528.

31. *Chinem V.P., Miot H.A.* Epidemiology of basal cell carcinoma // *An. Bras. Dermatol.* – 2011. – Vol.86. – P.292-305.

32. *Fearnhead N.S., Wilding J.L., Bodmer W.F.* Genetics of colorectal cancer: hereditary aspects and overview of colorectal tumorigenesis // *Brit. Med. Bull.* – 2002. – Vol.64. – P.27-43.

33. *Greaves M.* Cancer causation: the Darwinian downside of past success? // *Lancet Oncol.* – 2002. – Vol.3. – P.244-251.

34. *Goodwin P.J.* Fasting insulin and outcome in early-stage breast cancer: results of a prospective cohort study / P.J. Goodwin, M. Ennis, K.I. Pritchard // *J.Clin. Oncol.* – 2002. – Vol. 20. – P. 42–51

35. *Hasler CM.* Functional foods: their role in disease prevention and health promotion // *Food Technol.* – 1998. – Vol.52. –P.57-62.

36. *Ji Q., Chen P., Aoyoma C., Liu P.* Increased expression of human luteinizing hormone/human chorionic gonadotropin receptor mRNA in human endometrial cancer // *Mol. Cell Probes.* – 2002. - Vol.16. – P. 269-275.

37. *Lukanova A., Lundin E., Micheli A. et al.* Circulating levels of sex steroid hormones and risk of endometrial cancer in postmenopausal women // *Int. J. Cancer.* – 2004. – Vol. 108. – P. 425-432.

38. *Monmany T.* Marshall's hunch // *The New Yorker.* – 1993. – Sep.20. – P.64-72.

39. «Social Inequalities and Cancer», IARC, Lion 1997

40. *Sundaram S.G., Milner J.A.* Diallyl disulfide induces apoptosis of human colon tumor cells // *Carcinogenesis.* – 1996. – Vol.17. – P.669-673

References

1. *Altukhov YU.P.* Genetic processes in the population. - M : Akademkniga, 2003.
2. *Bakshtein L.M.* Hormonal carcinogenesis. - SPb.: Nauka, 2000. - 199 c.
3. *Bakshtein L.M., Cirlina E.V., Kovalenko I.G.* and others Receptor status tumors in smokers and people with diabetes, breast cancer patients // *Matters of Oncology.* - 2005. - T.51, №2. - C.187-191
4. *Bohman YA.V.* Guide oncogynecology.. - HP: Medicine, 1989. - 463 C.
5. *Ghanaians III.X.* Oncology: Textbook for medical students. - 2-e Izd. Corr. And extra - M OOO «Medical informational Agency», 2006. - 488 C.
6. Report of the experts of the who /who. - Geneva, 2008. - 178 C.
7. *Doll R., Pitot R.* the Causes of cancer. Kiev: Naukova Dumka, 1984. - 256 C.
8. *Dilman V.M., General Oncology/ Dilman V.M. Cirlina E.V., bakshtein L.M.* and other//L: Medicine, 1989.-P.119-42
9. *Jvitachvili Ю.Б.* Cancer and nutrition. 3rd edition, enlarged and revised. St. Petersburg. 2010. - 365.
10. *Zaridze Д.Г.* cancer Prevention. A manual for doctors. - M: IMA-PRESS, 2009. - 224 C.
11. Zakharchenko STAMP Modern problems of eco-hygiene. Part II.1993 Kiev «Khreschatyk» P.32-64
12. *Zilber LA* Viral genetic theory of the origin of malignant tumors. - M: Medicine, 1968.
13. Selected lectures on clinical Oncology. Edited by academician. RAMS V.I.Chisova, Professor S.L. Daralova. - M: 2000. - 736 with
14. *Ilnitsky A.P., Soloviev YU.N.* Some theoretical and organizational issues of primary prevention of cancer//Primary prevention of cancer, Ed. N.N. Blokhin, A.P. Ilnitsky. M: Russian oncological science center of the USSR AMS, 1986. C. 5 - 14.
15. *Ilnitsky A.P.* the General principles of prevention cancer/ «Prevention of occupational carcinoma (compiled by V.B.Smulevich). - M: Profizdat, 2004. - P.7-46.
16. “The concept of demographic policy of the Russian Federation for the period till 202»
17. *Kopnin B.P.* Modern understanding of the mechanisms of malignant growth // X Russian oncological Congress: proceedings of the Congress. - M, 2006. - C. 99-102
18. Kochan, E.A. Molecular-genetic basis of carcinogenesis // *ROS. Journe. гастроэнтерол., gepatol., koloproktol.* - 2002. - №3. - C. 32-36.
19. Carcinogenic factors and basic requirements for the prevention of carcinogenic hazards: Sanitary-and-epidemiologic rules and norms (SanPiN 1.2.2353-08) - M: FCGE Rospotrebnadzor. - 2008. - 31 C.
20. A brief guide to diagnosis and стадированию cancer in developed and developing countries. Translated and edited by Professor Н.Н.Блинова, к.м.н. М.М.Константиновой. - SPb.; SOTHIS, 2001. - 200 C.
21. *Liechtenstein, A.V.* Tumor growth: tissues, cells, molecules / AV Liechtenstein, V.S. Шапот // *Pathological physiology.* - 1998. - №3. - C. 25-44.
22. *Moskalev I. Streltsova V.N.* Radiation carcinogenesis in the problem of radiation protection. - M: Energoizdat, 1982
23. Handbook of Oncology / V.M.Moiseenko. - M, 2008. - 260 C.
24. *Saurina O.S, A.A. Vasiliev* Feature oncoepidemicheski situation in the Orel region. Regional risk factors (current

status)//Fundamental and applied scientific problems. Volume 5. - Materials of the VIII International Symposium. - M:RAS, 2013. - with 119-128.

25. *Saurina O.S, Vasiliev A.A.* Regionalni features risk of cancers in the population of Orel region/ Advanced solutions in science and practice: the scientific hypotheses, novelty and testing the results of research. Comprehensive monograph / ANO promote the development of Russian science. Publishing house «Scientific review»; - M: the planet 2013. - with 131-136.

26. *Tsyba A.F.* Epidemiological aspects of radiation carcinogenesis (scientific review)/Radiation and risk, 1995, issue 6 P.78-122

27. *Yudin S.V., Мелякова АА* Poverty as a socio-hygienic factor of risk of oncological diseases Original research, 2005, vol. 4, S. 37-39.

28. *Ares S.L.* Multiple primary cancer in adults (MPCA)/S. L. Ares, S. Polo, L. Ezcurdia et al. // 42 th Annual Meeting of American Society Oncology. – Atlanta, Georgia. – June 2- 6, 2006. – 2006 Annual Meeting Proceedings Part 1 (a supplement to the Journal of Clinical Oncology. – [16027]

29. *Anisimov V.N.* Age as a risk factor in multistage carcinogenesis // In «Comprehensive Geriatric Oncology», Harwood Academic Publishers. – 1998. – P. 157–78.

30. *Barron A., Bermejo L., Castro I.* Estrogen receptors and the mammary gland // Rev. Invest. Clin. — 1997. — Vol. 49, N 6. — P. 515—528.

31. *Chinem V.P., Miot H.A.* Epidemiology of basal cell carcinoma // An. Bras. Dermatol. – 2011. – Vol.86. – P.292-305.

32. *Fearnhead N.S., Wilding J.L., Bodmer W.F.* Genetics of colorectal cancer: hereditary aspects and overview of colorectal tumorigenesis // Brit. Med. Bull. – 2002. – Vol.64. – P.27-43.

33. *Greaves M.* Cancer causation: the Darwinian downside of past success? // Lancet Oncol. – 2002. – Vol.3. – P.244-251.

34. *Goodwin P.J.* Fasting insulin and outcome in early-stage breast cancer: results of a prospective cohort study / P.J. Goodwin, M. Ennis, K.I. Pritchard // J.Clin. Oncol. – 2002. – Vol. 20. – P. 42–51

35. *Hasler CM.* Functional foods: their role in disease prevention and health promotion // Food Technol. – 1998. – Vol.52. –P.57-62.

36. *Ji Q., Chen P., Aoyoma C., Liu P.* Increased expression of human luteinizing hormone/human chorionic gonadotropin receptor mRNA in human endometrial cancer // Mol. Cell Probes. – 2002. - Vol.16. – P. 269-275.

37. *Lukanova A., Lundin E., Micheli A. et al.* Circulating levels of sex steroid hormones and risk of endometrial cancer in postmenopausal women // Int. J. Cancer. – 2004. – Vol. 108. – P. 425-432.

38. *Monmany T.* Marshall's hunch // The New Yorker. – 1993. – Sep.20. – P.64-72.

39. «Social Inequalities and Cancer», IARC, Lion 1997

40. *Sundaram S.G., Milner J.A.* Diallyl disulfide induces apoptosis of human colon tumor cells // Carcinogenesis. – 1996. – Vol.17. – P.669-673

УДК 616.37-002:616-089.168.1

UDC 616.37-002:616-089.168.1

О.В. СОКОЛОВА

кандидат медицинских наук, врач-гастроэнтеролог
Национального медико-хирургического центра
им. Н.И. Пирогова
E-mail: brilliant.sov@yandex.ru

В.П. ТЮРИН

доктор медицинских наук, профессор, главный терапевт
Национального медико-хирургического центра
им. Н.И. Пирогова
E-mail: vladtyurin@mail.ru

В.Г. ГУДЫМОВИЧ

доктор медицинских наук, доцент, врач-кардиохирург
Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова
E-mail: gudvic@mail.ru

O.V. SOKOLOVA

candidate of medical sciences, gastroenterologist
N.I. Pirogov National Medical & Surgical Center
E-mail: brilliant.sov@yandex.ru

V.P. TYURIN

doctor of medical sciences, professor, the main therapist,
N.I. Pirogov National Medical & Surgical Center
E-mail: vladtyurin@mail.ru

V.G. GUDIMOVICH

doctor of medical sciences, associate professor, the
cardiosurgeon, N.I. Pirogov National Medical & Surgical
Center
E-mail: gudvic@mail.ru

ПРИЧИНЫ НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

LIVER DYSFUNCTION IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD AFTER HEART SURGERY

Проведен анализ причин нарушения функции печени в раннем послеоперационном периоде у 663 больных, перенесших операцию на сердце. Послеоперационный период осложнился нарушениями функции печени у 120 (18%). Отмечена четкая связь между видом оперативного лечения и развитием осложнения. Выделено пять основных факторов, способствующих развитию дисфункции печени, – это длительная гипоксия в предоперационном периоде, операционная травма и длительная гипоксия во время операции, токсическое воздействие медикаментов, активация гепатита у больных с отягощенным анамнезом, сепсис. Отмечена зависимость сроков развития дисфункций печени в раннем послеоперационном периоде от вызвавших их причин.

Ключевые слова: гепатит, послеоперационные осложнения, дисфункция печени, сердечная хирургия.

We investigate the frequency and reasons of liver dysfunction in the early postoperative period at patients after heart surgery (n = 663). The liver dysfunction occurred in 120 patients (18%) in the early postoperative period. We revealed a distinct connection between type of a surgery performed and liver dysfunction, which more frequently followed multivalve procedures and combined operative treatment like valve reconstruction and myocardial revascularization. Amongst causes, which contribute liver dysfunction we sorted 5 main ones: prolonged hypoxia in preoperative term, trauma due to surgery and intraoperative hypoxia, toxic medications, reactivation of a viral hepatitis, sepsis. A term, when liver dysfunction advances, depends on these causes.

Keywords: hepatitis, postoperative term, liver dysfunction, heart surgery.

При тяжелых заболеваниях и травмах развивается синдром полиорганной недостаточности (ПОН), представляющий наиболее тяжелое патологическое состояние, при котором наряду с острой недостаточностью всех жизненно важных функций развивается острая недостаточность печени (ОНП) [1]. У больных выявляется снижение печеночной перфузии, гипоксия, лактат-ацидоз, повышение уровней сывороточных АЛТ и АСТ. Как следствие, возникает прогрессивная холестатическая желтуха, гипогликемия, энцефалопатия, расстройство коагуляции, прекращение окислительного фосфорилирования в митохондриях в условиях дефицита кислорода, нарушение функции мембран и синтеза белка, ионного баланса гепатоцитов [6]. При лабораторных исследованиях отмечается значительное повышение активности трансаминаз сыворотки и увеличение

протромбинового времени. ОНП протекает с высокой летальностью (58,6%) [3]. С другой стороны, общее обезболивание, интенсивная терапия синдрома ПОН вызывают другую проблему – лекарственное поражение печени, которое может имитировать поражение печени при синдроме ПОН. К настоящему времени зарегистрировано около 1000 препаратов, обладающих способностью вызывать поражение печени. Механизм действия прямых гепатотоксинов заключается в непосредственном повреждении клеточных структур, денатурации белков, активации перекисного окисления липидов. Следствием этих повреждений является некроз гепатоцитов и/или жировая дистрофия печени. [8]. Лекарственные поражения печени не имеют характерной клинической картины. Тяжесть течения варьирует от бессимптомного до тяжелого, с развитием печеночной

недостаточности. Таким образом, нарушение функции печени у больных в раннем послеоперационном периоде является клинической проблемой, оказывающей существенное влияние на исход хирургического лечения. Это диктует необходимость дальнейшего изучения причин ее возникновения, вопросов профилактики и лечения.

Цель работы: Изучить причины и частоту возникновения нарушений функции печени у больных, перенесших операцию на сердце, и наметить пути профилактики этого осложнения.

Материал и метод. Проведено исследование, включавшее ретроспективный анализ историй болезни 663 больных, оперированных в Национальном медико-хирургическом центре им. Н.И. Пирогова в 2008-2012 годах по поводу хронической ишемической болезни и другой патологии сердца. Операции выполняли с использованием ИК и антеградной фармако-холодовой или тепловой кровяной кардиоплегий. В зависимости от вида операции пациенты были разделены на 3 подгруппы. В подгруппу А включили 397 (60%) больных, перенесших АКШ, в подгруппу В – 152 пациента (23%), которым проводили различные операции по поводу порока сердца, и подгруппу С составили 114 пациентов (17%), которым были выполнены комбинированные операции, сочетающие операцию на двух клапанах, реваскуляризацию миокарда и другие операции на сердце. Время операций составляло от 2 часов 05 минут до 6 часов 20 минут. Время ИК – от 27 до 206 минут. Время пережатия аорты – от 16 до 147 минут. Всем больным перед операцией определяли уровень креатинина, мочевины, глобулина, альбумина, АсАТ, АлАТ, ЛДГ, гамма-глутаминтранспептидазы (γ -ГТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), общий билирубин, неконъюгированный и конъюгированный билирубин, лактатдегидрогеназы (ЛДГ), креатинфосфокиназы (КФК). Из исследования исключались пациенты с дисфункцией печени и гипербилирубинемией в предоперационном периоде. Под дисфункцией печени подразумевали гипербилирубинемия вместе с повышением печеночных ферментов, удлинение протромбинового времени (ПТ), снижение белка сыворотки (альбумина). Желтухой считали повышение уровня билирубина более 3 мг/дл. В первый день послеоперационного периода и в последующие дни проверяли уровень трансаминаз (АсАТ, АлАТ), билирубина (общего, неконъюгированного и конъюгированного), γ -ГТ, ЩФ, ЛДГ, КФК.

Из 663 оперированных больных ранний послеоперационный период осложнился нарушениями функции печени у 120. Эти больные сформировали основную группу исследования, их возраст составлял от 28 до 69 лет (средний 59 лет). Контрольную группу, 120 человек, отобрали из больных, у которых послеоперационный период протекал без нарушений функции печени и которые по возрасту и видам хирургического лечения соответствовали основной группе. Таким образом, возраст больных контрольной группы составил от 44 до 68 лет (средний 57 лет). При анализе историй болезни основной и контрольной групп изучали анамнез, сопутствующую патологию, осложнения основного заболевания, особенности операции, время операции, ИК и пережатия аорты, течение и ведение послеоперационного периода, сроки возникновения осложнений, данные лабораторных и инструментальных исследований до и после операции, прослеженные в динамике, особенности лечения. Перечисленные выше сведения сопоставляли между двумя группами больных, с учетом их репрезентативности. Для оценки статистической значимости различий репрезентативных показателей использовали критерий Стьюдента (t-критерий). При $t \geq 2$ различие показателей считали достоверным. Степень вероятности безошибочного прогноза составляла 95%.

Полученные результаты

Нарушение функции печени в раннем послеоперационном периоде проявлялись повышением трансаминаз (АсАТ, АлАТ) от трех и более норм, билирубина (общего – от 40 мкмоль/л и выше и конъюгированного – от 15 мкмоль/л и выше), γ -ГТ выше трех норм, ЩФ выше полутора норм, ЛДГ более полутора норм, снижением сывороточного белка (альбумина) до 30 г/л и менее. Распределение больных с нарушениями функции печени в зависимости от вида выполненных операций показано в таблице 1.

Как видно из таблицы, нарушения функции печени развилась у 120 пациентов. Их общая частота составила 18% и была выше в подгруппах В и С. Этим больным выполнялись различные операции на клапанах, стенке желудочков, комбинированные операции, включающие коррекцию порока и реваскуляризацию миокарда, в отличие от группы А, больным которой проводились операции только по реваскуляризации миокарда. Различия репрезентативных показателей оказались статистически значимыми между подгруппами А-В и А-С. ($t_{A-B} = 4,96$; $t_{A-C} = 3,95$).

Таблица 1.

Частота нарушений функции печени в зависимости от вида оперативного лечения

Количество больных	Виды операций по подгруппам			Всего
	А	В	С	
Общее количество больных	397	152	114	663
Количество больных с осложнениями, абс. (%)	43 (10,8%)	47 (30,9%)	30 (26,3%)	120 (18%)
Репрезентативность показателя (m)	1,6	3,7	4,1	-

Аналогичные показатели между подгруппами В-С не показали значимых различий ($t_{В-С} = 0,83$). Для определения влияния ИК на частоту развития нарушений функции печени мы провели сравнительный анализ основных временных показателей оперативного вмешательства на открытом сердце. Продолжительность операций, время ИК и пережатия аорты в основной и контрольной группах представлены в таблице 2.

Средняя продолжительность операций, среднее время ИК и зажима на аорте у больных всех трех подгрупп существенно отличались от аналогичных показателей контрольной группы. Наименьшие отличия от контрольной группы по приведенным показателям наблюдались в подгруппе “А”. Однако и они имели статистически значимые различия. Причина продолжительного периода операции и соответствующего увеличения остальных показателей заключалась в возникновении осложнений со стороны сердечной деятельности, выполнения рестернотомии или же в необходимости выполнения рестернотомии для остановки кровотечения. Увеличение времени операции влекло использование интрааортального ретроградного кровотока, дополнительного введения инотропов, увеличения объема перелитой крови и плазмы.

Развитие нарушений функции печени по времени после операции представлено в таблице 3. Из таблицы видно, что в течение первых четырех суток после операции нарушения функции печени наблюдались у 55 больных. Анамнез свидетельствует, что часть этих больных (9) длительное время страдала хронической сердечной недостаточностью с пониженной фракцией выброса, следствием чего явилось развитие стеатогепатита. У другой части (29) наряду с существующей в анамнезе хронической сердечной недостаточностью имело место существенное повышение длительности операции, что было вызвано или увеличением объема операции (протезирование двух клапанов или выполнением других сочетанных операций), или развитием осложнений во время операции в виде развития инфаркта миокарда, остановки сердца, возникновения аритмии, кровотечений. В ряде случаев (12) возникала необходимость выполнения рестернотомии. Все это значительно увеличивало время операции и утяжеляло операционную травму. Наименьшую часть (5) составили больные, которые имели отягощенный анамнез (вирусный или алкогольный гепатит).

Дисфункцию печени с пятого по четырнадцатый день после операции наблюдали у 65 больных. У них осложнение развилось в ответ на интенсивную терапию антимикробными, противовоспалительными нестероидными, антиэпилептическими, инотропными и другими препаратами. Наряду с токсическим действием лекарственных препаратов у этих больных на развитие гепатита также оказывали влияние ишемия, операционная травма, легочная, сердечно-сосудистая и дыхательная недостаточность.

Послеоперационную желтуху наблюдали у 12% больных. Она развивалась, главным образом, за счет

повышения уровня конъюгированного (прямого) билирубина и сопровождалась повышением печеночных ферментов. Частота послеоперационной желтухи в зависимости от вида операций показана в таблице 4.

Сравнение репрезентативных показателей позволило заключить, что между подгруппами А-В и А-С имелась статистически значимая разница в количестве больных с увеличенными значениями билирубина: t для А-В = 3,6; t для А-С = 4,1. Разница между подгруппами В и С не имела статистически значимого различия (t для В-С = 0,6). В течение первой недели после операции желтуха развивалась у 17% пациентов обычно на 2-ой день после операции, нарастала на 4-10 день (24-40 мг/дл) и снижалась на 14-18 дни. Билирубин повышался вследствие внутripеченочного холестаза; также повышались трансаминазы. Щелочная фосфатаза оставалась нормальной. Если повышение прямого билирубина сопровождалось повышением щелочной фосфатазы и γ -ГТ, это указывало на холестаз. Причинами его являлись сепсис, переход на полное парентеральное питание, травма, синдром Мирризи, холелитиаз, панкреатит. Пожилые пациенты в большей степени были подвержены риску развития послеоперационной желтухи. Среди остальных факторов, также оказывающих влияние на повышение билирубина, следует указать количество протезированных клапанов, объем гемотрансфузий, хроническое венозное полнокровие печени, низкую фракцию выброса, интраоперационную гипотермию, сепсис, гемолиз, почечную недостаточность и обширную гематому.

Обсуждение полученных результатов

Повышение уровня билирубина и печеночных ферментов сыворотки у пациентов после открытых операций на сердце отмечено многими авторами [1, 4, 10, 14]. В нашем исследовании дисфункция печени в раннем послеоперационном периоде отмечена у 18% больных. Она проявлялась повышением уровня трансаминаз в крови (более трех норм), а в ряде случаев повышением уровня общего и конъюгированного билирубина. У большинства больных эти показатели нормализовались в течение 7-21 дней после операции. Хотя дисфункции печени имеет многообразный и сочетанный характер, проведенное нами исследование позволило выделить несколько основных факторов, способствующих ее развитию.

Преимущественно гипоксический гепатит возникал у лиц с хронической сердечной недостаточностью на фоне существовавшего ишемического стеатогепатита и проявлялся резким повышением лабораторных тестов в первые дни после операции. В лабораторных анализах отмечалось значительное повышение трансаминаз (более 1000 ед/л), аналогичное повышение ЛДГ (АлАТ/ЛДГ менее 1.5) и незначительное повышение билирубина и щелочной фосфатазы. Картина напоминала вирусный гепатит. Очевидно, что именно тяжелая сердечная недостаточность предрасполагала к развитию ОПН после

ИК. С.М. Chu и соавт. [7] подтверждают, что среди пациентов с полнокровием печени вследствие сердечной недостаточности или недостаточности трехстворчатого клапана частота послеоперационной ОПН существенно повышается. Существует точка зрения, что высокое давление в правом предсердии снижает способность печени выводить билирубин, а пусковым моментом гипоксического гепатита является ишемия, вызванная ИК [7, 9, 12, 13]. При коррекции гемодинамических нарушений через 7-10 дней происходит быстрое и полное восстановление.

Гепатит смешанный (гипоксический + токсический). Развивался в первые сутки после операции у больных с тяжелой операционной травмой, обусловленной длительной операцией, медикаментозными вливаниями, ишемией, вызванной ИК. Печеночная дисфункция обычно возникала на фоне сердечно-сосудистой, легочной и почечной недостаточности. Выявлялось снижение печеночной перфузии, гипоксия, лактат-ацидоз, повышение уровней сывороточных АлАТ и АсАТ. Как следствие, возникала прогрессивная холестатическая желтуха, гипогликемия, энцефалопатия, расстройства коагуляции, нарушение функции синтеза белка, ионного баланса. На развитие дисфункции печени в значительной степени влияло количество перелитой крови, поскольку печень, подвергнутая артериальной гипотензии, ги-

поксии, гипотермии или хроническому венозному полнокровию неспособна связать и вывести из организма билирубин, поступающий извне при обильной гемотрансфузии. Снижение способности печени контролировать уровень билирубина, наряду с повышением уровня непрямого билирубина вследствие гемолиза эритроцитов, объясняет высокую частоту гипербилирубинемии после операции [5, 10, 12]. Нами подтверждена четкая взаимосвязь между развитием желтухи и операциями, которые требовали большого объема гемотрансфузии.

Гепатит, преимущественно токсический (лекарственный) возникал на 5-9 сутки на фоне интенсивной медикаментозной терапии в послеоперационном периоде. Интенсивная фармакотерапия – основа реанимации. В то же время, тяжелые больные не имеют достаточных физиологических резервов для сопротивления побочным эффектам некоторых препаратов. Лекарственный гепатит может развиваться в ответ на терапию антимикробными, нестероидными противовоспалительными, антиэпилептическими и иммуносупрессивными, инотропными и другими препаратами. Сердечные препараты сопряжены со многими типами повреждения печени вследствие изменений, которые они оказывают на системный артериальный кровоток. К таким повреждениям относится: гранулематозный гепатит

Таблица 2.

Временные показатели операций и их продолжительность в подгруппах

Временные показатели операций (в минутах)		Подгруппы			
		А (n=43)	В (n=47)	С (n=30)	Контрольная (n=120)
Продолжительность	Временной интервал	165-405	205-435	230-415	120-355
	Среднее время	239	277	302	206
Время ИК 103	Временной интервал	65-201	168-256	154-268	37-135
	Среднее время	96	103	117	82
Время пережатия аорты 72	Временной интервал	30-90	40-105	132	14-97
	Среднее время	75	73	83	53

Таблица 3.

Время развития нарушений функции печени после операций на сердце

Подгруппы	Количество осложнений и время их развития										Всего
	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	6 сутки	7 сутки	9 сутки	12 сутки	14 сутки	
А	5	9	4	1	2	4	11	3	1	1	43
В	4	13	4	2	4	5	8	5	2	2	47
С	4	6	3	1	4	4	5	2	1	-	30
Всего	13	28	11	4	10	13	24	10	4	3	120

Таблица 4.

Частота послеоперационной желтухи в зависимости от вида операций

Количество больных	Виды операций по подгруппам			Всего
	А	В	С	
Общее количество больных	397	152	114	663
Количество больных с осложнениями, абс. (%)	6	19,7	22,8	11,9
Репрезентативность показателя (m)	1,2	3,2	3,9	-

(квинидин, метилдопа, гидралазин), фиброз (амиодарон), острый гепатит (амиодарон, верапамил, дилтиазем, лабеталол, атенолол, пропранолол, лизиноприл, эналаприл, каптоприл, квинидин, гидралазин), хронический гепатит (метилдопа, статины), холестаз (нифедипин, хлорталидон, дизопирамид) или смешанные изменения (тиклодипин, прокаинамид). Среди антимикробных препаратов эритромицин, клиндамицин, сульфаниламиды, оксациллин, амфотерицин В, кетоконазол и нитрофурантоин обладают гепатотоксичным эффектом. Смешанное холестатическое и цитотоксическое воздействие на печень замечено у фенитоина, галогана, циклопропана. Наконец, известны случаи острого жирового гепатоза при избыточном вливании глюкозы после передозировки инсулина (гипогликемический шок). Это осложнение обратимо, если инфузия глюкозы прекращается [4].

Активный гепатит у больных с отягощенным анамнезом (наличие в анамнезе вирусного, алкогольного гепатита) наступал на 2-3-й сутки после операции. При неактивном ХВГ в фазе интеграции под воздействием стресса, гипоксии, токсического фактора (лекарства), вероятнее всего, происходит трансформация в фазу репликации вируса гепатита, нарастает виремия, прогрессивно увеличивается вероятность некроза гепатоцитов. К жировой перестройке гепатоцитов (жировая дистрофия печени или стеатоз печени), развившейся в свое время вследствие длительного употребления алкоголя, под воздействием вышеперечисленных факторов присоединяется воспалительный процесс – стеатогепатит различной степени активности, который может протекать как с сыновоточным синдромом внутрипеченочного холестаза, так и без него, и обычно развивался на 3-4-е сутки.

При сепсисе резкий рост числа бактерий в кишечнике, транслокация бактерий и токсинов через кишечную стенку в портальный кровоток вызывают активацию купферовских клеток с выбросом цитокина, воздействующего на РНК, группы провоспалительных цитокинов. Купферовские клетки, увеличиваясь в размерах, ведут к частичной обструкции синусоидов. Повышаются циркулирующие уровни эндотелина, эндотелинзависимого фактора вазоконстрикции, вызывая сокращение постсинусоидальных сфинктеров. В результате возрастает синусоидальное сопротивление и возрастает давление в портальной системе. В норме NO оказывает малое влияние на портальный кровоток, однако это влияние, по-видимому, резко возрастает в условиях эндотоксемии и ответа эндотелия портальной системы, когда NO играет центральную роль в поддержании печеночной синусоидальной микроциркуляции. В условиях сепсиса резко уменьшается сопротивление в системе печеночной артерии и в то же время повышается в венозной системе. Происходит перераспределение регионального объема кровотока с доминированием венозной его части. Главным проявлением этого является увеличение объема крови во внутренних органах, отек и возрастающие потери

в третье пространство, что в немаловажной степени способствует возникновению септической гиповолемии [2, 3]. Несмотря на максимальное компенсаторное расширение печеночной артерии вследствие эндотоксемии, потеря механизмов активного контроля ведет к неполной компенсации уменьшенного портального и системного кровотока. Таким образом, при сепсисе, несмотря на компенсаторные механизмы сосудистой печеночной системы, возникает относительная ишемия печени в условиях повышенного печеночного метаболизма [1, 11]. Насыщение крови кислородом при этом снижено. Парциальное давление кислорода в центральной зоне ниже, чем на периферии печеночной доли. Этим объясняется большая уязвимость центральных гепатоцитов по отношению к гипоксии, часто приводящей к некрозу [3]. При гистологическом исследовании печени обнаруживали неспецифический гепатит, сопровождающийся среднезональным и периферическим некрозом. Наблюдался выраженный холестаз, в тяжёлых случаях со сгущением жёлчи внутри расширенных и пролиферирующих портальных и перипортальных жёлчных протоков [2].

Выводы

1. Дисфункция печени является серьезным послеоперационным осложнением у больных после кардиологических операций, ее частота составила 18%, что согласуется с данными других исследований. Успешный исход зависит от быстрой диагностики и лечения.
2. Имеется четкая связь между видом оперативного лечения и развитием дисфункции печени. Гораздо чаще она наступает после протезирования нескольких клапанов или комбинированных операций, сочетающих операцию на клапанах сердца и реваскуляризацию миокарда.
3. Причины развития дисфункции печени многообразны, вместе с тем можно выделить пять основных факторов, способствующих ее развитию, – это длительная гипоксия в предоперационном периоде, операционная травма и длительная гипоксия во время операции, токсическое воздействие медикаментов, активация гепатита у больных с отягощенным анамнезом, сепсис.
4. Сроки развития дисфункции печени в большой степени зависят от ее причины. Гипоксический, смешанный гепатит и активный гепатит у больных с отягощенным анамнезом проявляется в первые 1-4 дня после операции. Токсический гепатит и гепатит на фоне сепсиса – на 5-9 сутки.
5. Повышение прямого билирубина и трансаминаз более чем в 5 раз указывает на повреждение гепатоцитов. Повышение прямого билирубина, сопровождающееся повышением ЩФ и γ -ГТ, указывает на холестаз. Однако дифференциальную диагностику между интра- и экстрапеченочным холестазом нельзя провести, полагаясь только на ферменты. Для этого требуется проведение УЗИ желчных протоков.

Библиографический список

1. Козлов В.К. Ишемический септический гепатит. В кн: Сепсис. Этиология, иммунопатогенез, концепция современной иммунотерапии // [http: www. Fam-poland.com/](http://www.Fam-poland.com/) 2007. 296 с.
2. Мишнев О.Д., Щеголев А.Н., Трусов О.А. Патологоанатомическая диагностика сепсиса. В кн: Сепсис в начале XXI века. Под ред. В.С. Савельева, Б.Р. Гельфанда. М. Из-во "Литтерра", 2006. С.139-172.
3. Шевченко Ю.Л., Гороховатский Ю.И., Азизова О.А., Замятин М.Н. Системный воспалительный ответ при экстремальной хирургической агрессии // Издание РАЕН. 2009, 273 с.
4. Шульпекова Ю.О. Лекарственные поражения печени // Гастроэнтерология Приложение к журналу Consilium medicum. 2007. № 1. С. 16-22.
5. Bohmer T, Kjekshus E, Nitter-Hauge S. Studies on the elimination of bilirubin pre-operatively in patients with mitral valve disease. Eur Heart J 1994;15:10-16.
6. Carden D.L., Granger D.N. Pathophysiology of ischaemia-perfusion injury // J Pathol. 2000. Vol. 190, № 3. P. 255-266.
7. Chu CM, Chang CH, Liaw YF, Hsieh MJ. Jaundice after open heart surgery: a prospective study // Thorax. 1984. Vol. 39. P. 52-56.
8. Clemmesen J.O., Hoy C.E., Jeppesen P.B. et al. Plasma phospholipid fatty acid pattern in severe liver disease // J Hepatol. 2000. Vol. 32, № 3. P. 481-487.
9. Hayashida N, Shoujima T, Teshima H, Yokokura Y, Takagi K, Tomoeda H, et al. Clinical outcome after cardiac operations in patients with cirrhosis // Ann Thorac Surg. 2004. Vol. 77. P. 500-505.
10. Klepetko W, Miholic J. Jaundice after open heart surgery: a prospective study // Thorax. 1985. Vol. 40. P. 80-85.
11. Rivers E., Nguyen B., Havstad S. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock // N Engl J Med. 2001. Vol. 345. P. 1368-1377.
12. Sanderson RG, Ellison JH, Benson JA Jr, Starr A. Jaundice following open-heart surgery. // Ann Surg. 1967. Vol. 165. P. 217-224.
13. Suman A, Barnes D.S., Zein N.N., Levinthal G.N., Connor J.T., Carey W.D. Predicting outcome after cardiac surgery in patients with cirrhosis: a comparison of Child-Pugh and MELD scores. // Clin Gastroenterol Hepatol. 2004. № 2. P. 719-723.
14. Wang M.J., Chao A, Huang C.H., Tsai C.H., Lin F.Y., Wang S.S., et al. Hyperbilirubinemia after cardiac operation. Incidence, risk factors, and clinical significance // J Thorac Cardiovasc Surg. 1994. Vol. 10. P. 429-436.

References

1. Kozlov V.K. Ischemic septic hepatitis. In: The Sepsis. Etiology, immunopathology, the concept of a modern immunotherapy//[http: www. Fam-poland.com/](http://www.Fam-poland.com/)-2007. - 296 p.
2. Mishneev O. D, Schegolev A.N., Trusov O.A. Pathologiccoanatomic diagnosis of sepsis. In: Savelyev V.S., Gelfand B.R. (eds). The Sepsis in the XXI century beginning. - M. "Lytterra", 2006. - P. 139-172.
3. Shevchenko Yu.L., Gorohovatskij Yu.I., Azizova O.A., Zamyatin M.N. The system inflammatory answer at extreme surgical aggression// the Edition of the Russian Academy of Natural Sciences. - 2009, 273 p.
4. Shulpekova Yu.O. Drug-induced liver lesion // Gastroenterology Suppl Consilium medicum. 2007. № 1. P. 16-22.
5. Bohmer T, Kjekshus E, Nitter-Hauge S. Studies on the elimination of bilirubin pre-operatively in patients with mitral valve disease. Eur Heart J 1994;15:10-16.
6. Carden D.L., Granger D.N. Pathophysiology of ischaemia-perfusion injury // J Pathol. 2000. Vol. 190, № 3. P. 255-266.
7. Chu CM, Chang CH, Liaw YF, Hsieh MJ. Jaundice after open heart surgery: a prospective study // Thorax. - 1984. Vol. 39. - P. 52-56.
8. Clemmesen J.O., Hoy C.E., Jeppesen P.B. et al. Plasma phospholipid fatty acid pattern in severe liver disease // J Hepatol. - 2000. - Vol. 32, № 3. - P. 481-487.
9. Hayashida N, Shoujima T, Teshima H, Yokokura Y, Takagi K, Tomoeda H, et al. Clinical outcome after cardiac operations in patients with cirrhosis // Ann Thorac Surg. - 2004. -Vol. 77. - P. 500-505.
10. Klepetko W, Miholic J. Jaundice after open heart surgery: a prospective study // Thorax. 1985. Vol. 40. P. 80-85.
11. Rivers E., Nguyen B., Havstad S. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock // N Engl J Med. 2001. - Vol. 345. - P. 1368-1377.
12. Sanderson R.G., Ellison J.H., Benson J.A. Jr, Starr A. Jaundice following open-heart surgery. // Ann Surg. 1967. Vol. 165. P. 217-224.
13. Suman A, Barnes D.S., Zein N.N., Levinthal G.N., Connor J.T., Carey W.D. Predicting outcome after cardiac surgery in patients with cirrhosis: a comparison of Child-Pugh and MELD scores. // Clin Gastroenterol Hepatol. 2004. № 2. P. 719-723.
14. Wang M.J., Chao A, Huang C.H., Tsai C.H., Lin F.Y., Wang SS, et al. Hyperbilirubinemia after cardiac operation. Incidence, risk factors, and clinical significance // J Thorac Cardiovasc Surg. - 1994. - Vol. 10. - P. 429-436.

УДК 618.3-06

Р.Н. СТЕПАНОВА

доктор медицинских наук, профессор кафедры акушерства и гинекологии Орловского государственного университета

E-mail: rimmans2006@rambler.ru

А.С. КОСОВА

аспирант кафедры акушерства и гинекологии Орловского государственного университета

E-mail: annasergi@rambler.ru

О.М. МАКАРОВА

аспирант кафедры акушерства и гинекологии Орловского государственного университета

E-mail: makarovaolga20@gmail.com

О.К. ПЕХОТО

доцент кафедры акушерства и гинекологии Орловского государственного университета; главный врач Орловского перинатального центра

E-mail: ord_olga@mail.ru

UDC 618.3-06

R.N. STEPANOVA

doctor of medical sciences, professor of department of obstetrics and gynecology Orel State University

E-mail: rimmans2006@rambler.ru

A.N. KOSOVA

research – student of department of obstetrics and gynecology Orel State University

E-mail: annasergi@rambler.ru

O.M. MAKAROVA

research student of department of obstetrics and gynecology Orel State University

E-mail: makarovaolga20@gmail.com

O.K. PEKHOTO

docent of department of obstetrics and gynecology of medical institute Orel State University; chief doctor of Orlovskij perinatal centr

E-mail: ord_olga@mail.ru

**АНТИФОСФОЛИПИДНЫЕ АНТИТЕЛА (АФЛА) КАК ПРЕДИКТОРЫ
НЕБЛАГОПОЛУЧНЫХ ИСХОДОВ ГЕСТАЦИИ У ЗДОРОВЫХ
БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

**ANTIPHOSPHOLIPID ANTIBODIES (APLA) AS PREDICTORS OF UNFAVORABLE
OUTCOME OF GESTATION IN HEALTHY PREGNANT WOMEN (REVIEW)**

Статья представляет собой обзор научной литературы, посвященной исследованию связи аутоиммунных нарушений у матери с такими серьезными осложнениями беременности, как привычный несостоявшийся выкидыш, преэклампсия, тромбоз, преждевременная отслойка плаценты, задержка роста плода, мертворождение, которые нередко обусловлены циркулирующими у матери антифосфолипидными аутоантителами.

***Ключевые слова:** фосфолипидные аутоантитела, волчаночный антикоагулянт, преэклампсия, акушерские осложнения, перинатальные исходы.*

A review of scientific literature on the study of relation of autoimmune disorders in the mother with such a serious complications of pregnancy as habitual missed abortion, preeclampsia, thrombosis, premature detachment of the placenta, fetal growth retardation, stillbirth, which are often caused by circulating maternal antiphospholipid autoantibodies.

***Keywords:** phospholipid autoantibodies, lupus anticoagulant, preeclampsia, obstetric complications, perinatal outcomes.*

В настоящее время общепризнано, что такие осложнения гестации, как привычный несостоявшийся аборт/роды (missed abortion/labor), преэклампсия-эклампсия (ПЭ), преждевременная отслойка плаценты (ПОНРП), ДВС- и HELLP-синдромы, тромбозы, в том числе ТЭЛА; задержка внутриутробного роста (ЗВР), мертворождаемость, ассоциируются с аутоиммунными абберациями материнского иммунитета [27,72,7,6,10,9, 11].

Известно также, что основная задача иммунной системы состоит в способности распознавать «чужое» и отличать его от «своего», затем «свое» сохраняется, а «чужое» разрушается. Толерантность к аутоантигенам, к «своему» – фундаментальное свойство иммунной системы, утрата толерантности ведет

к развитию аутоиммунных заболеваний (АИЗ), т.е. для иммунной системы различие между «своим» и «чужим» не абсолютно, потому что при АИЗ продуцируются антитела, атакующие нормальные ткани собственного организма. Таким образом, механизм формирования аутоиммунных реакций состоит в отмене толерантности к компонентам собственных тканей [3].

После изучения спектра аутоантител у 1000 больных СКВ и люпусоподобными заболеваниями W.R.V.Hughes (1984) установил, что в крови некоторых пациентов присутствуют аутоантитела против фосфолипидных антигенов. У некоторых беременных по неизвестной причине продуцируются АФЛА к антигенным детерминантам фосфолипидов клеточ-

ных мембран эндотелиоцитов, тромбоцитов, мозговой ткани. Они способствуют тромбообразованию в маточно-плацентарно-фетальной микроциркуляции, инфарктированию плаценты и формированию плацентарной недостаточности, ЗВР, missed abortion/labor во II и III триместрах и других серьезных осложнений гестации. Предложены теории, объясняющие развитие названных осложнений иммунологическими аберрациями [25].

Два аутоантитела к собственным фосфолипидам – антикардиолипин (АКЛА) и волчаночный антикоагулянт (ВА) причастны к тромбообразованию, к привычной потере плода и к некоторым тяжелым осложнениям гестации, таким как эклампсия, HELLP-синдром, хорея, missed abortion и др. С другой стороны, рецидивирующие тромбозы, особенно церебральных сосудов, тромбоцитопения и привычный выкидыш являются характернейшей особенностью некоторых больных системной красной волчанкой (СКВ). W.R.V.Hughes (1984) описал 18 из 31 АФЛА-позитивных пациенток, в анамнезе которых отмечен рецидивирующий артерио- и/или венозный тромбоз; у 9 из 26 женщин в прошлом было более одного спонтанного выкидыша; 5 из 7 ВА-позитивных больных страдали СКВ и легочной гипертензией, причиной последней, по-видимому, была легочная артериальная коагулопатия.

ВА и АКЛА представляют собой гетерогенный иммуноглобулин изотипов IgG, IgM и IgA. Согласно некоторым данным, ВА идентичен АКЛА [73], однако иммуноферментный анализ убеждает в отсутствии полного сходства [77,78]. Методом исследования ELISA показано, что аутоантитела, удлиняющие время гемокоагуляционных тестов *in vitro*, почти идентичны антителам к кардиолипину, т.е. АФЛА суть ВА+АКЛА [13]. Более чем одно аутоантитело ассоциируют с ВА-активностью. Например, оба – АКЛА и антитела к β 2-гликопротеину-1 способны проявлять ВА-активность. Изоформы IgG и IgM АКЛА имеют клиническое значение в титрах от среднего до высокого уровней, а β 2-гликопротеин-1 является большой мишенью для АКЛА и ВА [54].

Нередко АФЛА обнаруживаются у пациентов с клинически выраженной волчанкой. Среди более 1000 пациентов, пораженных СКВ, выявлено 34% лиц с ВА и 44% – с АКЛА. Примерно у половины больных найдены оба аутоантитела. Вообще, у пациентов с ВА может иметь место высокий уровень АКЛА, у трети из них также обнаруживают ложнопозитивный тест на сифилис – реакция Вассермана (RW), реагентом в этом тесте является кардиолипин. В противоположность этому, только 20% АКЛА-позитивных лиц имеют также и ВА.

Считается весьма существенным факт повышения риска тромбоза, неврологических поражений и тромбоцитопении у больных СКВ и с циркулирующими ВА и АКЛА, а у больных женщин присутствие АФЛА строго ассоциируется еще и с привычной потерей плода. Плохие исходы беременности обычно

наблюдаются лишь у женщин с АФЛА в высоком титре: у них имеют место преимущественно missed abortion во втором триместре гестации и/или missed labour [60]. Оценкой исходов беременности у женщин из группы высокого риска невынашивания было установлено, что из 248 беременностей у ВА-позитивных женщин 65,5% завершились выкидышем, в т.ч. 9% – по типу missed abortion и 14% – missed labor [8].

ВА и АКЛА «обвиняются» как участники процесса развития вазоокклюзивных поражений различных органов, что четко документировано исследованием почечных биоптатов [57]. Вместе с тем, АФЛА обнаруживают также в крови здоровых лиц, у больных СКВ и другими АИЗ; их считают факторами, предрасполагающими к артериальному тромбозу. В самом деле, АФЛА находят примерно у 5% молодых женщин с артериальным ударом, которые в остальном практически здоровы, у них обнаруживают тромбоз необычной локализации – в ретинальных, подключичных, брахиальных, дигитальных артериях.

АФЛА представлены в генеральной популяции. Среди здоровых доноров ВА был идентифицирован у 8%, а АКЛА – почти у 10%. В генеральной популяции беременных ВА распространен с частотой 0,3%, АКЛА – 2,2 – 9,1%, среди небеременных женщин – у 5,6%. У пациентов с тромбозами частота выявления ВА более высока – от 4 до 21% [54]. Частота распространения ВА в генеральной популяции беременных невысока – 0,27%, тогда как в группе высокого риска привычного аборта ВА определяется у 9 – 25 – 42% беременных женщин; последний показатель (42%) касается пациенток, госпитализированных с клинической симптоматикой угрожающего привычного раннего выкидыша [9,48,63,64]. Более высокий процент обнаружения ВА нашли M.Backos и др.(1999) среди 150 женщин с привычным выкидышем в анамнезе и персистирующими АФЛА – 55%.

Группа исследователей провела систематический обзор литературы за период с 1988 по 2000г.г., который включал 25 работ и 4184 пациентки и 3151 женщин в контроле. Установили, что ВА является фактором высокого риска развития тромбозов в антифосфолипидном синдроме (АФС) по сравнению с АКЛА, поэтому ВА рекомендуется использовать при отборе беременных женщин в группу повышенного риска неблагоприятного исхода гестации [35]. L.Opatrny et al.(2006) изучили наличие связи между АФЛА и привычной потерей плода у женщин, не страдающих аутоиммунными болезнями, метаанализом 25 исследований, опубликованных между 1975 и 2003 г.г. Авторы нашли строго достоверную связь привычного выкидыша с ВА. Более тесная ассоциация с тромбозами также отмечена для ВА: относительный риск (ОР) тромбоза был равен 11,0, тогда как для АКЛА ОР был равен всего 1,6.

Скрининговыми исследованиями здоровых небеременных женщин C.J.Lockwood и коллеги(1989) обнаружили АФЛА в низких титрах у 5% лиц.

При тестировании 737 беременных женщин ВА-положительными оказались всего 2(0,3%), а АКЛА обнаружили у 16 (2,2%), причем в значительных концентрациях. Несколько иные данные сообщают N.S.Pattison и соавт.(1993), которые после скрининга 933 беременных нашли только 0,1% женщин с АКЛА и 1,2% – с ВА. Среди здоровых лиц С.Б.Керчелаява и соавт.(2000) обнаружили АКЛА у 2 – 4%, но в высоком титре – только у 0,2%. Выявляются АКЛА и при осложнениях беременности. Так, среди страдающих ПЭ, находят 15 – 20% АКЛА-положительных больных, при СКВ – 32%; их выявили также у 16% женщин с привычным выкидышем и у 20,5% – при missed abortion [2,4].

М. Yasuda и др.(1995) среди 860 беременных японок определили АКЛА у 7% женщин, тогда как C.J.Lockwood et al.(1989) выявили 13 – 40% пациентов, в крови которых циркулировали аутоантитела к двухвалентному фосфолипиду кардиолипину; анамнез этих женщин был отягощен привычным невынашиванием беременности.

Довольно часто у пациентов с ВА и тромбозом определяется ложно-положительная реакция Вассермана (RW), реагентом в реакции является кардиолипин [25]. Ещё в 1952 году Н.Е.Zellman сообщил о значительной частоте обнаружения у больных коллагеновыми болезнями ложно-положительной RW. Затем R.D.Catterall(1961), представивший опыт работы дерматовенерологической клиники г. Лондона, показал, что 16% из 54 пациентов с ложно-положительной RW впоследствии заболели СКВ, а остальные – другими коллагенозами.

В. Colaco и К.В. Elkon (1985) среди больных СКВ и люпусоподобными заболеваниями обнаружили 42-50% случаев ложно-положительной RW. Другие исследователи, обследовав 35 ВА-позитивных пациенток без клинической манифестации СКВ, выявили 45,5% случаев ложно-позитивной RW и даже сообщили о более высокой (71%) частоте обнаружения ложно-положительной RW у носителей ВА [31,45,71]. W.F.Lubbe и сотр.(1983) нашли 11% пациентов без симптомов СКВ с ложно-положительной RW и ВА-активностью, исходя из чего авторы предлагают считать ложно-положительную RW маркером СКВ. 47% случаев ложно-положительной RW у ВА-позитивных больных обнаружили M.Schleider et al(1976), тогда как в контрасте с этим среди 520 больных СКВ, не имевших ВА-активности, ложно-положительная RW определена только у 10% лиц.

АФЛА считаются лабораторным маркером АФС, симптомы которого впервые описал в 1983 году G.R.V.Hughes, после чего синдром считают основной протромботической патологией, ассоциированной с группой специфических антител. Основные клинические проявления АФС – венозный и/или артериальный тромбоз, в особенности церебральных сосудов; тромбоцитопения, хорея, болезнь клапанов сердца, livedo reticularis, привычная потеря плода, мертворождение во вторую половину беременности,

несостоявшийся выкидыш [20].

Синдром называют по-разному. G.R.V.Hughes (1985) наблюдал его у больных СКВ и отметил, что большинство пациентов «страдают атипичной волчанкой или вовсе не имеют её» и, следовательно, правомерна концепция «первичного АФС». E.N.Harris и коллеги (1987) предложили называть комбинацию артерио/венозных тромбозов с тромбоцитопенией и АФЛА также АФС.

АФС может ассоциироваться с СКВ или другим АИЗ, он способен, например, мимикрировать под множественный системный склероз. Однако наиболее значимыми клиническими манифестациями АФС все же являются артериальный и/или венозный тромбоз, психиатрические и неврологические синдромы [59,69]. Помимо тромбоза, у женщин, как уже отмечалось, основными симптомами АФС являются потери беременностей преимущественно второго триместра. Некоторые пациентки до постановки правильного диагноза имели в прошлом 6 и более спонтанных выкидышей. Даже у больных СКВ повторные фетальные потери связывают с воздействием АФЛА, которые инициируют тромбоз маточно-плацентарных сосудов и плацентарную недостаточность – главную причину плохих перинатальных исходов.

Исследователи M.D. Lockshin и M.L. Druzin(1995) показали, что тромбоцитопения в раннюю беременность также может быть обусловлена действием АФЛА. В других исследованиях среди 43 беременных с рано развившейся ПЭ у 16% выявили АФЛА, 6 женщин имели только ВА, у одной из них ПЭ предшествовала клиника множественных церебральных инфарктов [19]. Сходные с этими данные получили J.Moodley и коллеги (1995) – у 11% из 34 беременных с преэклампсией, развернувшейся до 30-й недели гестации, были найдены АФЛА.

Репродуктивные потери у пораженных СКВ матерей, особенно при клинически активной волчанке, могут достигать 45% [82]. Тем не менее, некоторые пациентки даже при клинически активной СКВ донашивают беременность до своевременных родов и рожают живых здоровых детей [67]. Подобную дискорреляцию между клинически тяжелым течением волчанки и благополучным исходом беременности принято в настоящее время объяснять отсутствием в крови больной СКВ матери АФЛА.

После ряда исследований 70-80-х годов прошлого столетия исчезли сомнения в том, что плохие исходы гестации в большинстве своем строго ассоциируются с циркулирующим у матери ВА. Более того, у некоторых женщин фетальные потери являются единственным проявлением будущего коллагеноза, при этом клиническая манифестация и серологические маркеры аутоиммунной патологии у них вообще отсутствуют [5,6,7,10].

ВА идентифицировали также при различных клинических состояниях – миеломе, лейкемии, лимфогранулематозе, лимфосаркоме, карциноме шей-

ки матки, пищевода, толстой кишки, простаты; при менометрорагии, мастопатии, ИБС, болезни фон Виллебранда, индуцированной лекарствами волчанке и других заболеваниях [18,71]. ВА определяют у 5 – 15% пациентов, больных СКВ, в свою очередь, у 37 – 50% носителей ВА выражены симптомы АИЗ [22].

ВА считают лабораторным артефактом, т.к. в присутствии ВА коагуляция ингибируется лишь *in vitro*. ВА был идентифицирован в 1953 году в крови больных волчанкой людей С.L.Conley и С.Hartman, а D.G.Feinstein и S.I.Rapaport (1972) интродуцировали термин «волчаночный антикоагулянт», считая его приобретенным неспецифическим ингибитором коагуляции; впервые был обнаружен у больных СКВ, отсюда и термин «волчаночный». Авторы показали, что эффект ВА состоит в прямом ингибировании фосфолипида в коагуляционном каскаде на стадии конверсии протромбина в тромбин. В присутствии ВА коагуляционные тесты удлиняются потому, что пластинки в тест-системе заменены фосфолипидом (тромбопластин), однако *in vivo* интимные механизмы коагуляции связывают с поверхностью тромбоцита, а вовсе не с фосфолипидными мицеллами.

In vitro ВА пролонгирует время коагуляционных тестов, тогда как *in vivo* его биологическое действие парадоксальным образом меняется – он производит гиперкоагуляционный эффект, способствуя тромбообразованию, но не кровоточивости. Сообщают о 120 операциях, осуществленных у больных с циркулирующим ВА и тромбоцитопенией, при которых не было значительной кровопотери [31].

После исследования 60 пациентов с СКВ и другими заболеваниями соединительной ткани у 25 пораженных волчанкой больных идентифицировали ВА-активность и у 18 из 31 больного с ВА – тромбозы вен ног, тромбозом легочной и церебральных артерий; тромбоз аксиллярных вен; у 9 из 26 ВА-положительных женщин произошел выкидыш; у 9 из 31 больного с ВА-активностью обнаружили тромбоцитопению, которая, однако, не сопровождалась геморрагиями; нейropsychические и цереброваскулярные манифестации возникли у 17 ВА-положительных больных и лишь у 10 – ВА-негативных [17].

Ассоциация ВА с фетальными потерями также оказалась весьма тесной: у 10 ВА-положительных пациенток 17 из 33 беременностей (52%) закончились выкидышем, а у 11 ВА-негативных женщин – только 23%, $p < 0,05$. Результат исследования подтверждает негативную роль ВА в патогенезе фетальной смерти при СКВ у матери [42]. Примерно о такой же частоте идентификации ВА у больных волчанкой сообщают и другие исследователи. Так, в анамнезе 7 из 28 ВА-положительных женщин были привычный выкидыш и фетальная смерть, из 26 беременностей только одна оказалась успешной. Гистологическое исследование 9 плацентов обнаружило тромбоз плацентарных сосудов. У 6 из этих пациенток наблюдались и другие тромботические осложнения, в т.ч. у 2-х – ТЭЛА [22,31].

Вероятнее всего, в невынашивании беременности повинно именно тромбообразование в маточно-плацентарных сосудах, инициированное ВА. При исследовании децидуальной оболочки и плаценты в спиральных артериях обнаруживают тромбы, интраплацентарные гематомы, острый атероз, депозиты иммуноглобулина и комплемента, редуцирование объема плаценты [21,38,40,79]. За окклюзией сосудов и прекращением кровотока в межворсинковом пространстве следуют некроз ворсин, фибриноидная дегенерация трофобласта, ишемический инфаркт и, в некоторых случаях, ПОНРП [15,53]. В исследовании Z.M.Stoeger и соавт.(1993) показано, что АФЛА индуцируют такие изменения в эндометрии, из-за которых становится невозможной имплантация бластоциста.

Тромбирование интервиллезного пространства, плацентарных сосудов, инфаркты обуславливают ЗВР, антенатальную гибель плода, мертворождаемость. Так, после анализа исходов беременностей у 12 ВА-положительных женщин O.Hubscher и др.(1988) установили антенатальную смерть 36 плодов в сроки от 11 до 38 недель гестации. У 10 ВА-положительных пациенток антенатально погибли 53% плодов, тогда как у ВА-негативных матерей существенно меньше – 23% [50].

Развиваются и другие осложнения гестации. Тяжелую нефропатию с тромбоцитопенией и внутриутробно погибшим плодом (при аутопсии у него обнаружили массивные кровоизлияния в печени, селезенке) наблюдали A.Tincani и соавт.(1987) у молодой ВА-положительной женщины, в анамнезе которой было 5 случаев внутриутробной смерти плода. За 10 лет до этого Y.Nilsson et al.(1975) сообщили о молодой женщине с ВА, у которой 3 беременности закончились внутриутробной гибелью плода в 31, 22 и 34 недели гестации. Изучение плацентки показало диффузный тромбоз и массивное инфарктирование.

В ряде работ нашли почти половину (40%) пораженных СКВ беременных, одновременно имевших циркулировавший в их крови ВА [50,71]. ВА-активность у больных волчанкой беременных ассоциируется не только с высоким уровнем спонтанного выкидыша (33,7%), но и с 6-кратным увеличением частоты ЗВР (75% новорожденных), вследствие чего исследователи предлагают считать циркулирующий у больных волчанкой ВА весьма точным предиктором плохих материнских и перинатальных исходов и существенного повышения риска тромбоза [61].

Разумеется, идентификация ВА-активности сама по себе не указывает на ВА как на несомненную причину привычной потери беременности, тем не менее, позволяет считать антикоагулянт, как минимум, маркером аутоиммунных aberrаций. Вместе с тем, привычная потеря плода случается и у женщин, не имеющих клинической манифестации СКВ, но при этом у половины из них находят серологический маркер аутоиммунных aberrаций ВА, чем и объяс-

няют введение термина «синдром циркулирующего ВА» [34]. Конечно, термин не совсем точно отражает свойства ВА, т.к. последний ингибирует коагуляцию лишь *in vitro* и не вмешивается в гемостаз, тогда как клиническое значение ВА связано с венозными и/или артериальными тромбозами, возникающими *in vivo*. W.F.Lubbe и E.B.Walker (1983) описали пациентку с хореей беременных и циркулирующим ВА, при этом симптомы СКВ у неё отсутствовали. Беременность успешно завершилась благодаря лечению преднизолом и аспирином, считают авторы. Другим исследованием установлена высокая частота хореи среди 36 беременных с циркулирующим ВА, не имевших симптомов СКВ, у 3 (8,3%) гестация осложнилась хореей [8].

Ученые связывают хорею и судорожный синдром, значительное число нейропсихиатрических проявлений (атрофия зрительного нерва, деменция, когнитивная дисфункция, психоз и др.) с эффектами ВА, причем многие эти состояния не могут быть объяснены только гиперкоагулябельностью; по-видимому, в развитии этой патологии играет роль комплекс причин. В случаях хореи КТ-сканированием фокальные поражения ЦНС обнаружены не были, возможно, АФЛА действуют непосредственно – они связываются с нейронами, клетками глии и нарушают их функции. Предполагают также, что АФЛА могут быть причиной хореи, действуя через механизм антиген/антитело, после чего этот комплекс связывается с базальными ганглиями [70].

Необходимо также особо подчеркнуть, что кровотечение у носительниц ВА – чрезвычайная редкость даже при больших операциях [31]. Если у пациентов с циркулирующим в их крови ВА все же выражен геморрагический синдром, последний является, вероятнее всего, следствием дефицита факторов свертывания, тромбоцитопении либо патологии сосудистой стенки. Кровотечения, обусловленного ВА, не бывает [30,18,36].

V.Sheridan-Pereira et al. (1988) предполагают возможность диаплацентарного пассажа ВА к плоду. Описан случай тромбоза абдоминального отдела аорты у новорожденной девочки с идентифицированным у неё ВА, последний, начиная с 13-й недели беременности, постоянно определялся у матери.

Заслуживают пристального внимания выводы N.G.Gleicher и J.Friberg (1985): привычная потеря плода у ВА-позитивных женщин, не имеющих симптомов СКВ, может предшествовать волчанке иногда за много лет до заболевания и тем самым служить предиктором аутоиммунных болезней в будущем. К такому же впечатляющему заключению пришли и другие исследователи [77,78]. Таким образом, циркуляция ВА у матери ассоциируется с плохими материнскими и перинатальными исходами, у некоторых женщин фетальные потери являются единственным проявлением коллагеноза, поэтому предлагают пациенток с ВА и повторяющейся потерей плода включать в группу субклинического коллагеноза [24,52].

Некоторые исследователи, считая ВА маркером тромбоэмболических осложнений и субоптимальных материнских и перинатальных исходов, предлагают проводить скрининг всех беременных на предмет идентификации у них ВА. При невозможности скрининговых исследований следует тестировать на ВА хотя бы женщин из группы повышенного риска привычной потери плода, развития гестоза, тромбоэмболии, ЗРП; с ложноположительной реакцией Вассермана, с аутоиммунными заболеваниями, тромбоцитопенией, при пролонгированных гемокоагуляционных тестах [19,26,37,50,74].

В настоящее время существуют разногласия относительно того, какой тест считать оптимальным для скрининговых испытаний. Отдельные исследователи указывают на недостаточную чувствительность частично активированного тромбопластинового времени (ЧАТВ), т.к. было показано, что у некоторых беременных при значительном удлинении каолинового времени коагуляции определяется нормальный показатель ЧАТВ. Относительно низкую чувствительность ЧАТВ объясняют абсорбцией ВА на фосфолипиде пластинок, которые удаляются центрифугированием при приготовлении обедненной тромбоцитами плазмы [48]. Следствием различной чувствительности коагуляционных тестов является разная частота обнаружения ВА у одних и тех же пациентов. Высокочувствительным признается тест ингибирования коагуляции разведенным тканевым тромбопластином [11, 18,46,76,71].

Достаточно часто встречаемые случаи комбинирования артериовенозного тромбоза с фетальными потерями и циркуляцией ВА у акушерских пациентов стимулируют обсуждение вопросов нозологии. Так, клиницисты предлагают сочетание указанных симптомов называть «акушерский люпус-синдром» [66], «синдром циркулирующего ВА» [36], «антифосфолипидный синдром» [12,51], «аутоиммунная форма привычного невынашивания» [29].

Как уже отмечалось, ВА нередко ассоциируется с АКЛА. Высокий уровень АКЛА у беременных женщин G.Bobrie et al.(1987) считают весьма чувствительным предиктором ЗРП и/или внутриутробной гибели плода. В проспективном исследовании 55 женщин, у которых при ультрасонографии были заподозрены нарушения роста плода, определялись также циркулирующие АФЛА; только 27% матерей оказались АКЛА-позитивными; у четверти новорожденных антенатально диагностированная ЗВР подтвердилась. У 5 из 15 женщин, родивших детей с массой тела ниже 10 центиля, обнаружены АКЛА, причем частота АКЛА в этой когорте матерей была достоверно выше популяционной [65]. Более того, Д.Леви (1999) сообщает, что при ЗВР АКЛА обнаруживают в 10 раз чаще, чем при нормальном развитии плода. Однако результаты исследования D.L.Yetman и соавт.(1997), которые прицельно изучали ассоциацию ЗРП с уровнем АКЛА у матери, наличие этой связи не подтвердили.

Попытки обнаружить связь **внутриутробной смерти плода** с АКЛА, идентифицированными у 309 матерей, не увенчались успехом, т.к. отсутствовали существенные различия с частотой обнаружения АКЛА в 618 нормальных беременностях. Авторы этого исследования заключают, что АКЛА, скорее всего, к антенатальной гибели плода не причастны [39]. Вместе с тем установлено, что высокие титры Jg АФЛА, определенные методом ELISA, и/или позитивный коагуляционный тест на ВА строго ассоциируются с привычным поздним выкидышем, тогда как Jg М АКЛА без других аутоантител риск привычного выкидыша не повышает [68].

Женщины, с отягощенным привычной потерей плода анамнезом и имеющие высокие уровни АФЛА, теряют 70% желанных беременностей [27]. Таким образом, в настоящее время никто не сомневается в способности АФЛА ухудшать материнские и перинатальные исходы. Некоторые исследователи, считая ВА маркером тромбоэмболических осложнений и субоптимальных материнских и перинатальных исходов, предлагают проводить скрининг всех беременных на предмет идентификации у них ВА. При невозможности скрининговых исследований следует тестировать на ВА хотя бы женщин из группы повышенного риска привычной потери плода, развития ПЭ, тромбоэмболии, ЗВР; с ложноположительной реакцией Вассермана, с аутоиммунными заболеваниями, тромбоцитопенией при пролонгированных гемокоагуляционных тестах; ВА-позитивным беременным пациенткам назначить профилактические мероприятия [32]. Обнаружение ВА не только при высоком риске привычного выкидыша, но также у больных с тромбозом, может сыграть роль предиктора ТЭЛА, что позволит профилактически этим паци-

ентам вводить антикоагулянты [31].

В приказе N572н от 01.11.2012г. Порядок оказания медицинской помощи по профилю «Акушерство и гинекология» в разделе N5 «Базовый спектр обследования беременных женщин» пациенток с привычным выкидышем в анамнезе и подозрением на иммунный генез репродуктивных потерь необходимо исследовать, кроме развернутой гемостазиограммы, «на наличие антител класса IgG и М, к кардиолипину, к группе фосфолипидов, кофакторам (аннексин, протеины С и S, тромбомодулин, β 2-гликопротеин-1, ВА) двукратно с интервалом 6 недель». Представляется, что такой широкий спектр иммунологических исследований, несмотря на прошедшую модернизацию родовспомогательной отрасли, будет недоступен не только женской консультации ЦРБ, но даже Перинатальному центру. Вместе с тем, коагуляционные тесты для детекции ВА-активности просты в исполнении, дешевы, доступны для проведения в любой лаборатории, не требуют высокотехнологического оборудования. Коагуляционными тестами можно осуществить скрининг всех беременных женщин, состоящих на учете в женской консультации, с последующим проведением ВА-носителницам профилактических мероприятий [11]. Таким образом, ВА осложняет беременность, он способен вызывать негативные эффекты при СКВ и у больных с подозрением на СКВ; при эпизодах тромбоза, при ложно-положительной RW, при привычном раннем и позднем выкидыше неустановленного генеза, при мертворождении. Вместе с тем, выявив ВА-активность у беременных с высоким риском плохих материнских и перинатальных исходов беременности, возможно редуцирование их уровня современными превентивными технологиями.

Библиографический список (References)

1. Керчелаяева С.Б., Макаров О.В., Озолина Л.А. Антифосфолипидный синдром в акушерстве. Проблемы беременности 2000; 1: С.11-16с.
2. Кошелева Н. Г., Зубжизцкая О.Н., Аржанова О.Н. Система гемостаза и иммуноморфологические состояния плаценты при антифосфолипидных антителах в плазме. Журнал акуш. и женск. болезней 2004; 53: С. 22-26.
3. Коэн А.Р. Свое, чужое и аутоиммунитет. В мире науки 1988;6: С.14 – 23.
4. Леви Д. Беременность и нарушения иммунитета. В: Акушерство. Справочник Калифорнийского университета (ред. В. Нисвандер) 1999: Москва, Практика, С. 288-296.
5. Степанова Р.Н. Аутоиммунологические аспекты невынашивания беременности. Здравоохранение Таджикистана 1993; 1: 41 – 44с.
6. Степанова Р.Н. Аутоиммунологические нарушения у беременных женщин. Акуш. Гинекол. 1996; 1: С. 6-8.
7. Степанова Р.Н. Волчаночный антикоагулянт и беременность. Здравоохранение Таджикистана 1991; 2: С. 13 – 20.
8. Степанова Р.Н. Исходы беременности у женщин с волчаночным антикоагулянтом. Здравоохранение Таджикистана 1994; 1: С.13 – 15.
9. Степанова Р.Н., Чернышов В.Г. Исходы беременности у женщин с циркулирующим волчаночным антикоагулянтом. Вестник РААГ 1999; 2: С. 58 – 59.
10. Степанова Р.Н. Беременность и аутоиммунные заболевания. Вестник РААГ 1997; 1: С. 50 – 52.
11. Степанова Р.Н. Беременность и aberrации иммунитета 2013, Москва. Спутник Плюс. 135с.
12. Alarcon-Segovia D, Sances-Querrero J: Primary antiphospholipid syndrome. J Rheumatol 1989; - Vol.16, - P.482-488.
13. Asherson R.A. Pulmonary hypertension in systemic lupus erythematosus. Brit. Med. J. 1983; - Vol.287, - P.1024-1025.

14. Backos M., Rai R., Baxter N. Pregnancy complications in women with recurrent miscarriage associated with antiphospholipid antibodies treated with low dose aspirin and heparin. *Brit. J. Obstet. Gynecol.* 1999; - Vol.106, - P.102-107.
15. Benirschke K., Kaufmann P. *Pathology of the Human Placenta*, 4th ed. New York, Springer-Verlag, 2000.
16. Bobrie G., Liote F., Houiller B. Pregnancy in lupus nephritis and related disorders. *Am. J. Kidney Dis.* 1987; - Vol.9, - P.339-343.
17. Boey N., Gharavi A. Thrombosis in systemic lupus erythematosus striking-association with the presense of circulating lupus anticoagulant. *Brit. Med. J.* 1983; - Vol.287, - P.1021-1023.
18. Boxer M., Ellman L., Carvalho E. The lupus anticoagulant. *Arch. Rheumat.* 1976; - Vol.19, - P.1244-1248.
19. Branch D.W., Andres R., Digre K.B. The association of antiphospholipid antibodies with severe preeclampsia. *Obstet. Gynecol.* 1989; - Vol.73, - P. 541- 545.
20. Branch D.W., Khamashta M.A. Antiphospholipid syndrome: obstetric diagnosis, management and controversies. *Obstet. Gynecol.* 2003; - Vol. 101, - P.1333-1344.
21. Castellarnau C., Vila L., Sancho M. Serial measurement of plasma prostacycline inhibitor in a patient with recurrent abortions and lupus anticoagulant. *Eur. J. Obstet. Gynecol.* 1988; - Vol.29, - P.173-178.
22. Colaco C.B., Elkon K.B. Lupus anticoagulant. *Arthritis Rheumat.* 1985; - Vol.28, - P. 67-71.
23. Conley C.L., Hartman C.A. An haemorrhagic disorder caused by circulating anticoagulant in patient with disseminated lupus erythematosus. *J. Clin. Invest.* 1953; - Vol.31, - P.621-623.
24. Cowchock F.S., Dehoratius R.D., Wapner R.J. Subclinical autoimmune and unexplained abortion. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1984; - Vol.150, - P.367-371.
25. Cunningham F.G., Leveno K.J., Bloom S.L. (eds). *Williams Obstetrics*, 22th edit. New York – Toronto, Mc Graw-Hill, 2005, p.1441.
26. Druzin M., Lockshin M., Edersheim N. Second trimester fetal monitoring and preterm delivery in pregnancies with systemic lupus erythematosus. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1987; - Vol.157, - P.1503-1510.
27. Dudley D.J., Branch W. Antiphospholipid syndrome: A model for autoimmune pregnancy loss. *Infert. Reprod. Med. Clin. North. Am.* 1991; - Vol.2, - p.149-155.
28. Dudley D.J., Branch D.W. New approaches to recurrent pregnancy loss. *Clinical. Obstet. Gynecol.* 1989; - Vol.32, - N3, - P. 520- 532.
29. Edelman Ph. Maladie abortive et auto-immunité. *Gynecologie* 1987; - Vol.38, - P. 342-346.
30. Editorial: Lupus anticoagulant. *Lancet* 1984; - Vol.1, - P.1157-1158.
31. Elias M., Eldor A. Thromboembolism in patient with the lupus-type circulating anticoagulant. *Arch. Intern. Med.* 1984; - Vol.144, - P.510-515.
32. Empson M.B., Lassere M., Craig J., Scott J.R. Prevention of recurrent miscarriage for women with antiphospholipid antibody or lupus anticoagulant. *Cochrane Library* DOI: 10.1002/14651858. CD002859.pub2. 2010.
33. Feinstein D.G., Rapaport S.J. Acquired inhibitors of blood coagulation. *Progress in Hemost. Thromb.* 1972; - V.1, - P.75-95.
34. Firkin B.J., Howard M.A., Radford N. Possible relationship between lupus inhibitor and recurrent abortion in young women. *Lancet* 1980; - Vol.2, - P.366.
35. Galli M., Luciani D., Berrolini G., Barbui T. Lupus anticoagulants are stronger risk factors for thrombosis then anticardiolipin antibodies in the antiphospholipid syndrome; systematic review of the literature. *Blood* 2003; - Vol.101, - N5. - P.1827 – 1832.
36. Gleicher N., Fiberg J. Ig M Gammopathy and Lupus anticoagulant syndrome in habitual aborter. *JAMA* 1985; - Vol.253, - P.3278-3281.
37. Gregorini G., Setti G., Remuzzi G. Recurrent abortion with lupus anticoagulant: a common final pathway for two different diseases? *Brit. J. Obstet. Gynecol.* 1986; - Vol.93, - P.194-196.
38. Grimmer D., Landas S., Kemp J. Ig M antitrophoblast antibodies in a patient with a pregnancy-associated lupus like disorder vasculitis and recurrent intrauterine fetal demise. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 1988; - Vol.112, - P.191-193.
39. Haddow J.E., Rote N.S., Dostaljohausou D. Lack of an association between late fetal death and antiphospholipid measurement in the 2-nd trimester. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1991; - Vol.165, - P.1308- 1313.
40. Hanly J.G., Gladman D.D., Rose T.H. Lupus Pregnancy. A prospective study of placental changes. *Arthritis Rheumatol.* 1988; - Vol.31, - p.358-366.
41. Harris E.N., Baguley E., Asherson R.A., Hughes G.R.V. Clinical and serological features of the «antiphospholipid syndrome» (abstract). *Brit. J.Rheumatol.* 1987; - Vol.26, - P.19.
42. Hubscher O., Eimon A., Arana R. Lupus anticoagulant, anti-Ro (ss/A) antibodies and fetal wastage in systemic lupus erythematosus. *Arthritis Rheumat.* 1988; - Vol.31, - P.302-303.
43. Hughes G.R.V. Thrombosis, abortion, cerebral disease and the lupus anticoagulant. *Brit. Med. J.* 1983; - Vol.287, - P.1088-1089.
44. Hughes G.R.V. Autoantibodies in lupus and its variants: experience of 1000 patients. *Brit. Med. J.* 1984; - Vol.289, - P. 339-342.
45. Lechner K., Pabinger-Fasching Y. Lupus anticoagulant and thrombosis. *Haemostasis* 1985; - Vol. 15, - P. 254-262.

46. *Lesperance B., David M., Rauch J.* Relative sensitivity different tests in the detection of low titer lupus anticoagulants. *Thromb.Haemostas* 1988; - Vol.60, - P.217-219.
47. *Lockshin M.D., Druzin M.L.* Rheumatic disease. In: Barron W M, Lindthimer I. D. (eds): *Medical Disorders during pregnancy*. 2-nd ed. St. Louis, Mosby, 1995, p 307.
48. *Lockwood C.J., Romero R., Feinberg R.F.* The prevalence and biologic significance of lupus anticoagulant and anticardiolipin antibodies in general obstetric population. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1989; - Vol. 161, - P. 369-373.
49. *Lubbe W.F., Walker E.B.* Chorea gravidarum associated with circulating lupus anticoagulant. *Brit. J. Obstet. Gynecol.* 1983; - Vol. 90, - P. 487-490.
50. *Lubbe W.F., Liggins G.C.* Lupus anticoagulant and pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1985; - Vol. 153, - P. 322-327.
51. *Macworth-Young C, Loisou B, Walport M.* Primary antiphospholipid syndrome. *Ann. Rheum. Dis.* 1989; - Vol. 48, - P. 362-367.
52. *Maier D., Parke A.* Subclinical autoimmunity in recurrent aborters. *Fertil. Steril.* 1989; - Vol. 51, - P. 280-285.
53. *Manny A., Schreiber L., Rosner S.* Pathologic features of the placenta in women with severe pregnancy complication and thrombophilia. *Obstet. Gynecol.* 2001; - Vol. 98, - P. 1041-1044.
54. *May Ching Soh, Nelson-Piercy C.* Antiphospholipid syndrome in pregnancy. *Expert.Rev. Obstet.Gynecol.*2010; - Vol.5, - N6. - P.741 – 761.
55. *Moodley J., Ramphal S.R., Duursma J.* Antiphospholipid antibodies in eclampsia. *Hypertens. Pregnan.* 1995; - Vol. 14, - P. 179- 181.
56. *Nilsson J., Astedt B., Hedner U.* Intrauterine death and circulating coagulant (antitromboplastin). *Acta. Med. Scand.* 1975; - Vol.197, - P. 153-159.
57. *Nochy D., Daugas E., Droz D.* The intrarenal vascular lesions associated with primary antiphospholipid syndrome. *J. Am. Soc. Nephrol.* 1999; - Vol. 10, - P.507-510.
58. *Opartny L., David M., Kahn S.R., Shirer I., Rey E.* Association between antiphospholipid antibodies and recurrent fetal loss in women without autoimmune diseases: a metaanalysis. *J.Rheumatol.* 2006; - Vol.33, - N11. - P.2214 – 2221.
59. *Ortel T.L.* Thrombosis and the antiphospholipid syndrome. *Hematology* 2005; - Vol.1, - P.462-468.
60. *Oshiro B.T., Silver R.M., Scott J.R.* Antiphospholipid antibodies and fetal death. *Obstet. Gynecol.* 1996;- Vol.87, - P.489- 494.
61. *Pajor A., Pozsonyi T., Nekam K.* Systemic lupus erythematosus and pregnancy. *Orv-Hetil* 1998; - Vol.139, N8. – P.415-418.
62. *Pattison N.S., Chanley L.W., Mc Kay E.L.* Antiphospholipid antibodies in pregnancy – prevalency and clinical associations. *Brit. J. Obstet. Gynecol.* 1993; - Vol.100, - P.909-912.
63. *Pattison N.S., Chamley L.W., Birdsall M.* Does aspirin have a role in improving pregnancy outcome for women with the antiphospholipid syndrome? *A. J. Obstet. Gynecol.* 2000; - Vol.183, - P.1008-1012.
64. *Petri M., Golbus M., Anderson R.* Antinuclear antibody lupus anticoagulant and anticardiolipin antibody in women with habitual abortion. *Arthritis Rheumatol.* 1987; - Vol.30, - P.601-606.
65. *Polzin W.J., Kopelman J.N., Robinson R.D.* The association of antiphospholipid antibodies with pregnancies complicated by fetal growth restriction. *Obstet. Gynecol.* 1991; - vol.78, - P.1108- 1112.
66. *Prentice R., Gatenby P., Loblay R.* Lupus anticoagulant in pregnancy. *Lancet* 1984; - Vol.2, - P.464.
67. *Qamar T., Levy R.A., Samaritano L.* Characteristics of high-titer Ig G antiphospholipid antibody in systemic lupus erythematosus patients with and without fetal death. *Arthritis Rheumat.* 1990; - Vol.33, - P.501-504.
68. *Reichlin M.* Systemic lupus erythematosus. *J. Reprod. Med.*1998; - Vol.43,- P.355-360.
69. *Ruiz-Irastorza G., Khamasutra M.A., Hughes G.R.* Systemic lupus erythematosus and antiphospholipid syndrome during pregnancy. *Int. Med. Ass. J.* 2000; - Vol.2, - P.462-469.
70. *Sanna G., Bertolaccini M.L., Guadrado M.J.* Central nervous system involvement in the antiphospholipid (Hughes) syndrome. *Rheumatology* 2003; - Vol.42, N2. – P.200-213.
71. *Schleider M.A., Nachman R.L., Jaffe E.A.* A clinical study of the lupus anticoagulant. *Blood* 1976; - Vol.48, - P.499-509.
72. *Scott J.R., Rote N.S., Branch D.W.* Immunologic aspects of recurrent abortion and fetal death. *Obstet. Gynecol.* 1987; - Vol.70, - P.645-656.
73. *Sheehan N.* Discordant effects of prednisone on anticardiolipin antibodies and the lupus anticoagulant. *Arthritis. Rheumat.* 1986; - Vol.29, - P.1295-1296.
74. *Sheridan-Pereira M., Porreco R.P., Hays T.* Neonatal aortic thrombosis associated with the lupus anticoagulant. *Obstet. Gynecol.* 1988; - Vol.71, - P.1016-1017.
75. *Stoeger Z.M., Mozes E., Tartakovsky B.* Anticardiolipin antibodies induce prepregnancy failure impairing embryonic implantation. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 1993; - Vol.90, - P.6464-6467.
76. *Tate G., Scott J.* Detection of lupus anticoagulants in stored serum. *Lancet* 1984; - Vol.2, - P.587.
77. *Tincani A., Gataneo R., Martinelli M.* Antiphospholipid antibodies in recurrent fetal loss : only one side of the coin? *Clin. Exp. Rheumatol.* 1987; - Vol.5, - P.390-392.
78. *Unander A.M., Norberg R., Hahn L.* Anticardiolipin antibodies and complement in ninety nine women with ha-

bitual abortion. Am. J. Obstet. Gynecol. 1987; - Vol. 156, - P.114-119.

79. *Wolf de F., Carreras L.O., Moerman P.* Decidual vasculopathy and extensive placental infarction in a patient with repeated thromboembolic accident, recurrent fetal loss and a lupus anticoagulant. Am. J. Obstet. Gynecol. 1982; - Vol.142, - P.829-834.

80. *Yasuda M., Takakuwa K., Tokunaga A.* Prospective studies of the associated between anticardiolipin antibody and outcome of pregnancy. Obstet. Gynecol. 1995; - Vol.86, - P.555- 559.

81. *Yetman D.L., Kutteh W.H., Castorena R.* Prevalence of elevated anticardiolipin antibodies in pregnant women. J. Reprod. Immunol. 1997; - Vol.33, - P.71-81.

82. *Zwahr C., Räte K., Brietzke W.* Letaler Ausgang bei lupus erythematosus viscerale und Gravidität. Zbl. Gynäkol. 1983; - Vol.105, - S.300-307.

УДК: 614.27.007:331.108.26 (072.8)

UDC 614.27.007:331.108.26 (072.8)

И.А.ФИЛИНА

кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии и фарма-
ции Орловского государственного университета
E-mail: IAFilina@yandex.ru

I.A.FILINA

candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Profes-
sor, Department of Pharmacology, Clinical Pharmacology
and Pharmacy of Orel State University
E-mail: IAFilina@yandex.ru

ДОЛЖНОСТНОЙ АНАЛИЗ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

JOB ANALYSIS OF PHARMACEUTICAL PROFESSIONALS

Стратегия управления персоналом заключается в обеспечении организации рабочей силой, повышении квалификации работников, стимулировании труда. Разработана методика должностного анализа фармацевтических специалистов, включающая: анализ выполнения работником трудовых функций согласно должностной инструкции; компетентностный анализ в продуктивном применении рабочей силы организации; анализ удовлетворённости персонала.

Ключевые слова: трудовые функции, должностная инструкция, компетентностный анализ, анализ удовлетворённости персонала, бонусная форма оплаты труда.

HR strategy is to ensure the organization of labor, improving worker skills, promotion of labor. Developed a method of job analysis of pharmaceutical professionals, including analysis of the employee job functions according to the job description, competency analysis in the productive labor use of organization, and analysis of employee satisfaction.

Keywords: labor functions, job description, competency analysis, employee satisfaction analysis, a form of bonus payment.

Управление персоналом организации – целенаправленная деятельность руководящего состава организации, включающая разработку концепции и стратегии кадровой политики, принципов и методов управления. Кадровая политика – это совокупность научно обоснованных целей, принципов, задач и методов, которые определяют структуру, содержание, направление и формы управления персоналом в различные периоды деятельности организации. Кадровая политика предприятия должна создавать благоприятные условия труда; обеспечивать возможность продвижения по службе; давать работникам необходимую степень уверенности в завтрашнем дне [2,6].

Процесс организации труда нельзя рассмат- ривать в отрыве от изучения содержания качественных

характеристик рабочей силы. Специалисты определяют квалификацию работника как совокупность его общего и специального профессионального образования, необходимых знаний, умений, профессиональных навыков и производственного опыта для выполнения конкретных видов работ определенной сложности [8].

Внедрение и развитие рыночных отношений в нашей стране способствовали развитию аптечных организаций, но также породили определённые проблемы, в том числе кадровые, такие как: нехватка кадров; недостаток квалифицированных специалистов; текучесть кадров.

Факторы, вызывающие движение персонала, разнообразны, имеют разные источники. Руководителю важно своевременно выявлять причины текучести

кадров, вести статистику и вовремя принимать соответствующие меры. Нами было проведено анкетирование среди руководителей аптечных организаций. В анкетировании участвовали 33 руководителя частных и муниципальных аптек. В результате анкетирования было выяснено, что аптечные руководители сталкиваются в процессе своей работы с целым рядом трудностей. Большой объём работы волнует 25% заведующих муниципальных аптек и 14,3% заведующих частных аптек; грамотность персонала не устраивает соответственно 33,3 % и 38,1% респондентов; устаревшее оборудование не устраивает соответственно 8,3% и 9,5% респондентов; непонимание руководством проблем аптеки волнует 4,8% респондентов частных аптек; кадровый дефицит наблюдают 16,7% заведующих муниципальных аптек и 9,5% заведующих частных аптек.

Руководителям аптек было предложено оценить качества фармацевтических специалистов по степени важности по рейтинговой шкале (табл.1 и 2).

В результате опроса было выяснено, что аптечные руководители более всего ценят в работниках профессионализм, так ответили 58,4% руководителей муниципальных и государственных аптек и 52,4% руководителей частных аптек. Также ценится добросовестность, так ответили 25% руководителей муниципальных и государственных аптек и 23,8 % руководителей частных аптек; честность (соответственно 16,7% и 9,5%); ответственность (соответ-

ственно 8,3% и 19,1%). Эти качества руководители поставили на первое место в рейтинговой шкале.

Должностной анализ – это процесс анализа должностных позиций в целях выделения свойственных им параметров. В особенности это касается предусмотренных обязанностей, предполагаемых результатов, основных возложенных задач и взаимосвязи данной позиции с другими позициями в должностной иерархии. Должностной анализ даёт ответы на следующие вопросы.

1. Какова причина существования данной позиции?
2. Какие конечные результаты ожидаются от работника на данной позиции?
3. Какие ключевые задачи сотрудник должен выполнять?
4. Каков уровень формальных полномочий на данной позиции?
5. Какие ресурсы находятся в распоряжении работника?

Нами разработана методика должностного анализа фармацевтических специалистов, состоящая из трёх этапов.

1. Анализ выполнения работником трудовых функций согласно должностной инструкции.
2. Компетентностный анализ в продуктивном применении рабочей силы организации.
3. Анализ удовлетворённости персонала.

Основой для должностного анализа служит

Таблица 1.

Оценка качеств работника руководителями частных аптек, %

Ценность работника	Рейтинговая шкала важности, %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Профессионализм	52,4	9,5	23,8	9,5	4,8	0	0	0	0
Обучаемость	0	14,3	14,3	28,5	19,1	14,3	9,5	0	0
Терпение	0	9,5	4,8	14,3	4,8	23,8	28,5	0	14,3
Честность	9,5	28,5	19,1	9,5	14,3	0	19,1	0	0
Пунктуальность	0	0	4,8	4,8	4,8	33,2	9,5	23,8	19,1
Ответственность	19,1	19,1	9,5	14,3	28,5	0	4,8	0	4,8
Самомотивация	0	0	0	9,5	0	19,1	9,5	38,1	23,8
Инициатива	0	0	4,8	4,8	4,8	4,8	14,3	38,1	28,5
Добросовестность	23,8	28,5	9,5	9,5	14,3	4,8	4,8	4,8	0

Таблица 2.

Оценка качеств работника руководителями муниципальных и государственных аптек, %

Ценность работника	Рейтинговая шкала важности, %								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Профессионализм	58,4	16,7	8,3	8,3	8,3	0	0	0	0
Обучаемость	0	25,0	25,0	0	0	33,3	16,7	0	0
Терпение	0	16,7	16,7	8,3	16,7	0	25,0	16,7	0
Честность	16,7	33,3	16,7	16,7	16,7	0	0	0	0
Пунктуальность	0	0	0	33,3	0	8,3	16,7	16,7	25,0
Ответственность	8,3	25,0	33,3	16,7	0	0	16,7	0	0
Самомотивация	0	0	0	0	0	8,3	16,7	16,7	58,3
Инициатива	0	0	8,3	8,3	16,7	16,7	8,3	16,7	25,0
Добросовестность	25,0	25,0	25,0	0	0	0	0	0	0

должностная инструкция. Должностная инструкция закрепляет правовой статус и место работника в системе управления аптечной организацией; определяет задачи, функции, права и обязанности работника; позволяет обоснованно оценить результаты деятельности работника; является одной из правовых основ для определения дисциплинарной и материальной ответственности работника; устанавливает организационные основы деятельности работника.

Анализ выполнения работником трудовых функций согласно должностной инструкции нами рекомендуется проводить не менее одного раза в квартал. Для этого в аптечной организации целесообразно создать комиссию, состоящую из руководителей подразделений и других ответственных лиц, которая ежеквартально обязана проводить проверку каждого структурного подразделения на соответствие отраслевому стандарту «Правила отпуска (реализации) лекарственных средств в аптечных организациях. Основные положения», утверждённому приказом МЗ РФ ОТ 04.03.2003 №80. Одновременно эта комиссия может проводить анализ выполнения работником трудовых функций согласно должностной инструкции.

На основании проведённых нами исследований среди аптечных организаций Центрального федерального округа нами разработаны должностные инструкции основных должностных позиций аптечной организации [6]. Ниже приведён пример должностной инструкции фармацевтического специалиста по отпуску медицинских товаров населению.

***Должностная инструкция
фармацевтического специалиста
по отпуску медицинских товаров населению***

1.Общая часть

1.1.Фармацевтический специалист по отпуску медицинских товаров населению назначается, освобождается и непосредственно подчиняется руководителю предприятия, выполняет требования заведующего аптекой. Руководствуется нормативными документами, регламентирующими фармацевтическую деятельность, распоряжениями заведующего аптекой, настоящей инструкцией, правилами внутреннего трудового распорядка, документами по охране труда.

1.2.Основной задачей фармацевтического специалиста является отпуск населению лекарственных средств, изделий медицинского назначения и парафармацевтики.

2.Функции

2.1.Осуществляет приём рецептов от населения, отпуск лекарственных средств, изделий медицинского назначения и парафармацевтических товаров.

2.2.Оформляет витрины в соответствии с фармацевтическими приказами и правилами мерчендайзинга.

2.3.Осуществляет контроль за соблюдением правил хранения медицинских товаров.

3.Должностные обязанности

Фармацевтический специалист для выполнения своих функций обязан:

3.1.Перед началом работы изучить новые поступления медицинских товаров в отдел и дефектуру.

3.2. Соблюдать правила ведения кассовых операций.

3.3.Осуществлять отпуск медицинских товаров в соответствии с фармацевтическими приказами и требованиями Закона «О защите прав потребителей».

3.4.Проверять правильность оформления рецептов, соответствие прописанных доз возрасту больного, совместимость ингредиентов. Регистрировать неправильно выписанные рецепты в специальном журнале.

3.5.Соблюдать правила таксировки рецептов, осуществлять контроль при отпуске.

3.6.В течение рабочего дня своевременно заполнять дефектурный журнал, принимать индивидуальные заявки от населения на закупку лекарств.

3.7.Консультировать клиентов по правилам приёма лекарственных препаратов и их хранению.

3.8.Знать синонимическую и аналогичную замену дефектурным препаратам.

3.9.При приёме товара осуществлять приёмочный контроль в соответствии с фармацевтическими приказами.

3.10. Оформлять витрины отдела, своевременно выставлять образцы товаров безрецептурного отпуска на витрины, формировать тематические и сезонные выкладки.

3.11.Выполнять функции дежурного администратора, разрешать конфликтные ситуации с посетителями.

3.12.Повышать профессиональные знания: изучать специальную литературу, материалы профессиональных периодических изданий, активно участвовать в занятиях по повышению деловой квалификации. Повышать свою квалификацию на курсах усовершенствования не реже одного раза в 5 лет.

3.13.Соблюдать правила санитарной и личной гигиены, техники безопасности.

4.Права

Имеет право:

4.1.Распоряжаться вверенными товарно - материальными ценностями в соответствии с потребностями производства.

4.2.Вносить предложения руководству организации по совершенствованию лекарственного обеспечения и фармацевтического производственного процесса, в т.ч. по вопросам организации и условий своей трудовой деятельности.

4.3.Запрашивать, получать и пользоваться информационными материалами и нормативно-правовыми документами, необходимыми для исполнения своих должностных обязанностей.

4.4.Проходить в установленном порядке аттестацию с правом получения соответствующей квалификационной категории.

Пользуется всеми трудовыми правами в соответствии с Трудовым кодексом РФ.

5. Ответственность

Несёт ответственность:

5.1. За сохранность товарно-материальных ценностей в соответствии с договором о коллективной материальной ответственности.

5.2. За правильное хранение медицинских товаров в отделе продаж населению в соответствии с их физико-химическими свойствами согласно фармацевтическим приказам.

5.3. За правильность взимания цен, ведения кассовых операций и документации.

5.4. За соблюдение сроков годности медикаментов в отделе.

5.5. За соблюдение фармацевтического и санитарного порядка на рабочем месте.

5.6. За необоснованные отказы, за нарушение деонтологических правил поведения по отношению к посетителям аптеки и коллегам.

5.7. За соблюдение правил и инструкций по технике безопасности.

5.8. За нарушение трудовой дисциплины, законодательных и нормативно-правовых актов провизор-технолог может быть привлечен в соответствии с действующим законодательством в зависимости от тяжести проступка к дисциплинарной, материальной, административной и уголовной ответственности.

6. Взаимоотношения (связи по должности)

6.1. Информировать руководство о нарушении правил хранения медицинских товаров для совместного устранения недостатков, о дефектуре, о конфликтных ситуациях в аптеке.

Должностная инструкция является описанием основных функций, которые должен выполнять работник, занимающий данную должность. Поэтому при использовании должностной инструкции для оценки кандидатов на замещение вакантной должности специалист должен определить, насколько данный кандидат способен выполнять эти функции. Сделать это довольно сложно. Чтобы облегчить процесс подбора кандидатов, многие организации стали создавать документы, описывающие основные характеристики, которыми должен обладать сотрудник для успешной работы в данной должности – карты компетенции.

Компетенции рассматриваются как структурирующий принцип современного образования, делающий акцент на способности к действию, сочетании знаний и умений с психосоциальными предпосылками. Компетенции являются основой компетентности работника. На основании проведенного логико-семантического анализа нами предложено понятие «компетенция» в современной формулировке:

Компетенция – это способность организации и её персонала исполнять требуемый функционал (организационная структура, должностные инструкции,

положения системы менеджмента качества и др.) в соответствии с определённым видением, миссией и корпоративными ценностями.

Нами выделены основные компетенции, необходимые фармацевтическому специалисту: теоретические, профессиональные, поведенческие, интеллектуальные, коллегиальные. Теоретические – это компетенции, необходимые для теоретической подготовки специалиста. Профессиональные компетенции необходимы для накопления практических навыков и умений для достижения целей трудовой деятельности. Поведенческие компетенции свойственны определённому характеру человека, выражают адаптационную способность действовать в соответствии с ситуацией, выбирая из множества способов поведения наиболее эффективный в данных ситуационных условиях. Интеллектуальные компетенции необходимы для интеллектуального развития, формирования определённого типа мышления. Коллегиальные компетенции необходимы для работы в команде[1].

Выявление профессиональной подготовленности работника нами рекомендуется проводить путем тестирования. Нами разработаны тесты для фармацевтических специалистов для оценки профессиональных знаний. Разработанные тесты содержат 100 вопросов и включают следующие разделы.

1. Знание правовых основ и принципов здравоохранения.
2. Знание контрольно-разрешительной системы обеспечения качества лекарственных средств.
3. Знание основ фармацевтической экономики.
4. Знание основ фармацевтического маркетинга.
5. Знание основ бухгалтерского учета.
6. Знание основ фармацевтического менеджмента.
7. Знание технологических особенностей аптечного изготовления лекарств.
8. Знание принципов применения и действия различных групп лекарственных препаратов.
9. Знание особенностей рецептурного и безрецептурного отпуска аптечных товаров.
10. Знание сбытовой логистики в аптечной системе.

Тесты охватывают основные сферы деятельности аптечной организации, содержат элементарные основы фармацевтических знаний. Разработанные нами тесты опробованы в 2012 – 2013 гг. на интернах медицинского института Орловского государственного университета, а также в 2013 году на фармацевтических специалистах аптечных организаций Орловской области.

При приёме на работу вчерашних студентов-выпускников нами рекомендована методика профессиональной и личностной оценки молодых специалистов, которая включает определение психологической, теоретической и практической готовности интернов к профессиональной деятельности провизора. На основании разработанной методики можно в количественных показателях измерить сте-

пень компетентности молодого специалиста.

Уровень готовности определяется в три этапа. На первом этапе оценивается уровень теоретической подготовки студента-выпускника комиссией, состоящей из преподавателей института. При этом учитываются текущая успеваемость студента, результаты экзаменов, результаты тестирования. На втором этапе проводится анкетирование выпускников, где оценивается уровень общей культуры, эрудиции, потребность помогать людям, социальная зрелость, то есть выявляется личностная готовность будущего специалиста к профессиональной деятельности. Некоторые позиции анкетированный оценивает сам (уровень общей культуры, эрудиции; позитивная мотивация к профессии; потребность помогать людям; этический уровень; социальная зрелость, активность; ответственность; состояние психического и физического здоровья).

Некоторые позиции оцениваются с помощью специальных тестов, например, позиция «умение работать с людьми» оценивается с помощью теста «Личностная агрессивность и конфликтность» по методике Е.П. Ильина и П.А. Ковалева и теста на решительность по методике В.Рощаховского. Коммуникативные и организаторские способности и качества, стиль общения, мотивация к достижению цели к успеху оцениваются с помощью методики выявления коммуникативных и организаторских способностей В.А.Федоришина; методике определения стиля общения В.М.Шепеля; методике оценки мотивации к достижению цели к успеху Т.Элерса.

На третьем этапе руководителем интерна от фармацевтического предприятия определяется практическая готовность выпускника.

Оценка проходит по 10-балльной системе в четырёх уровнях:

9–10 баллов (высокий уровень) – обладает данными качествами (знаниями, умениями) в большой степени;

6–8 баллов (оптимальный уровень) – обладает необходимыми качествами (знаниями, умениями);

4–5 баллов (допустимый уровень) – обладает необходимыми качествами (знаниями, умениями), но в слабой степени;

0–3 балла (критический уровень) – отсутствие качества (знания, умения), их недостаточность может создавать проблемы.

Полученные результаты по каждому выпускнику доводятся до сведения работодателей по их запросам [6].

В рыночной экономике в отношениях между работником и организацией центральное место занимает обмен результатов труда наёмного работника на совокупность всех видов вознаграждения, которые предоставляются организацией. При этом под вознаграждением понимается всё то, что представляет для работника ценность или может казаться ему ценным.

Основой для определения вознаграждения персонала также является его компетентность. На осно-

ве процессного подхода нами разработана система профессиональных компетенций, то есть практических навыков и умений фармацевтических специалистов для каждого вида деятельности аптечной организации: реализация товара населению; реализация товара медицинским организациям; контроль качества; формирование запасов и ценообразование; производственная деятельность. На основе системы профессиональных компетенций для каждого бизнес-процесса аптечной организации нами разработана бонусная форма оплаты труда аптечных работников [5,7].

Количественная оценка трудовой деятельности каждого работника включает четыре этапа. На первом этапе выделяются наиболее важные функции, которые выполняют работники, определяются индикаторы (критерии) их оценки. На втором этапе должностные обязанности сотрудников переводятся в баллы. Деятельность каждого работника оценивается по 100 - балльной шкале. Каждая функция имеет диапазон от одного до десяти баллов. На третьем этапе ежедневные результаты труда каждого сотрудника заносятся менеджером в электронную базу данных. На четвёртом этапе в конце месяца подводятся итоги и решается вопрос о материальном и моральном стимулировании каждого работника [3,4].

В повышении производительности труда работников, усилении приверженности персонала к своей организации, снижении текучести кадров могут оказать значительную помощь руководству предприятия исследования индекса удовлетворённости персонала. Определение индекса удовлетворённости персонала позволяет максимально использовать личностную оценку специалистами стратегии руководства.

В аптеках Центрального федерального округа (Орловская, Курская, Брянская, Тульская, Московская области) нами был проведён опрос среди фармацевтических специалистов аптечных организаций об условиях их трудовой деятельности. В результате анализа условий работы фармацевтических специалистов нами было выяснено, что многих работников не устраивает система вознаграждения, система обучения, режим работы, рабочее место, наличие необходимых материалов.

Проведённые исследования позволили нам разработать методику расчёта индекса удовлетворённости персонала путём факторного анализа. Нами сформированы группы факторов, по которым проводится исследование.

1. Стратегия предприятия (наша аптека – лидер рынка; аптека выбрала правильную стратегию развития; руководство делает то, что заявляет).
2. Условия работы (режим работы; рабочее место; необходимые материалы).
3. Система вознаграждения (основная заработная плата; дополнительные выплаты; социальные выплаты).
4. Обучение и развитие (я доволен системой обучения в аптеке; я доволен своей должностью; я

реализую свои творческие и интеллектуальные способности в полной мере).

5. Коммуникации (я ощущаю себя членом команды; в нашем коллективе отношения дружеские; в нашем коллективе отношения конфликтные).

6. Отношение к руководству (руководитель для меня – пример для подражания; руководитель создал высокопрофессиональную команду; я могу обратиться к руководителю с личными проблемами).

Критериями оценки показателей служат качественные характеристики с присвоенным им соответствующим числовым значением: совершенно удовлетворён (+1,0); удовлетворён (+0,5); затрудняюсь ответить (0,0); не удовлетворён (-0,5); совершенно не удовлетворён (-1,0).

Данные анкетирования используются в формуле:

$$I_{уд} = \frac{1.0 \times n1 + 0.5 \times n2 + (-0.5) \times n3 + (-1.0) \times n4}{n1 + n2 + n3 + n4}, (1)$$

где n1, n2, n3, n4 - соответствующее число респондентов, объединенных по одному из четырех возможных вариантов ответов по шкале удовлетворенности.

Нами предложена следующая интерпретация числовых значений (I_{уд}):

– высокий уровень удовлетворённости (от +1,0 до +0,6);

– средний уровень удовлетворённости (от +0,59 до +0,2);

– низкий уровень удовлетворённости (менее 0,19).

Сильные стороны предприятия можно популяризовать среди работников и соискателей, а также в других рекламных целях. Слабые стороны необходимо подробно анализировать и укреплять. Необходимо также отслеживать данный индекс в динамике: как он меняется, по каким группам факторов (или факторам внутри групп), каким образом реагируют люди на внедряемые мотивационные мероприятия. Все это позволит своевременно принимать управленческие решения, связанные с мотивацией и удовлетворенностью персонала, и, как следствие, – снижать текучесть кадров [6].

Управление человеческими ресурсами является одним из важнейших направлений в деятельности аптечных организаций и считается основным критерием их экономического успеха. Наличие отличной материальной базы организации не гарантирует успех при неквалифицированном персонале. Компетентностный анализ способствует определению квалификации провизоров и фармацевтов, что важно при приёме на работу новых специалистов, также данный анализ помогает количественно оценить участие каждого работника в аптечной деятельности, что является основой для оплаты его труда.

Нами разработана система оценочных показателей трудовой деятельности работников аптечных организаций и количественные показатели теоретической, практической и психологической готовности фармацевтических специалистов при приёме их на работу. Методика определения индекса удовлетворённости персонала является инструментом идентификации ключевых факторов мотивации и демотивации сотрудников, разработки комплексной программы стимулирования труда, развития и совершенствования стратегических приёмов в управлении.

Таким образом, должностной анализ полезен для аптечной организации и работников.

1. Способствует определению квалификации провизоров и фармацевтов.

2. Позволяет количественно оценить деятельность работников в каждой должностной позиции.

3. Является основой бонусной формы оплаты труда.

4. Определяет степень потребности в обучении фармацевтического персонала.

5. Позволяет определить уровень удовлетворённости персонала своим предприятием.

6. Расширяет набор измеряемых параметров организации и позволяет сбалансировать эти параметры с финансовыми показателями аптеки, бизнес-процессами, сведениями о качестве обслуживания клиентов.

Библиографический список

1. Раздорская И.М., Филина И.А. Профессиональные компетенции фармацевтических работников в системе сбалансированных показателей предприятия. Учёные записки Орловского государственного университета 2012; №3: С. 249-253.
2. Брилёнок А.А. Управление персоналом. Методы менеджмента качества 2010; 10: С. 34-38.
3. Филина И.А., Раздорская И.М. Многокритериальный анализ трудовой деятельности фармацевтических специалистов. Фармация 2012; 3:33-35.
4. Филина И.А. Система оценочных показателей в стимулировании труда фармацевтических работников. Учёные записки Орловского государственного университета 2012; №3: С. 273-276.
5. Филина И.А. Бонусная форма оплаты труда в аптечных предприятиях на основе сбалансированной системы показателей. Орёл.: ФГБОУ ВПО «ОГУ», 2012.
6. Филина И.А., Раздорская И.М. Многокритериальная оценка профессиональных и личностных характеристик фармацевтических специалистов при формировании кадров аптечной организации. Орёл.: ФГБОУ ВПО «ОГУ», 2013.
7. Филина И.А. Структура формирования мотивации труда аптечных работников и способы её повышения. Учёные записки Орловского государственного университета 2013; №3: С. 331-335.
8. Шарахова Е.Ф. Анализ качества управления персоналом. Российские аптеки 2006;11:18-20.

References

1. Razdorskaya I.M., Filina I.A. Professional competence of pharmaceutical workers in the system of balanced scorecard of the company. Scientific notes of Orel State University 2012; 3:249-253.
2. Brilyonok A.A. HR management. Methods of quality management 2010; 10:34-38.
3. Filina I.A., Razdorskaya I.M. Multi-criteria analysis of the work of pharmaceutical professionals. Pharmacy 2012; 3:33-35.
4. Filina I.A. The system of evaluation indicators in labor stimulating of pharmaceutical workers. Scientific notes of Orel State University 2012; 3:273-276.
5. Filina I.A. The form of bonus payment in pharmaceutical companies on the basis of a balanced scorecard. Orel.: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Orel State University», 2012.
6. Filina I.A., Razdorskaya I.M. Multi-criteria evaluation of professional and personal characteristics of pharmaceutical professionals in the formation of the pharmacy organization staff. Orel.: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Orel State University», 2013.
7. Filina I.A. The structure of formation pharmacists' motivation and ways to improve it. Scientific notes of Orel State University 2013; 3: 331-335.
8. Sharahova E.F. Analysis of the quality of HR management. Russian pharmacies 2006; 11:18-20.

УДК 612.88

М.А. ХАЛИЛОВ

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой анатомии человека, оперативной хирургии Орловского государственного университета

И.В. МИХАЙЛОВ

кандидат медицинских наук, ассистент кафедры нормальной физиологии Курского государственного медицинского университета

E-mail: Rolaw@rambler.ru

Е.А. УЛАЕВА

ординатор медицинского института Орловского государственного университета

UDC 612.88

M.A. HALILOV

doctor of medical sciences, professor, department chair of human anatomy, operational surgery Orel state university

I.V. MIKHAYLOV

candidate of medical sciences assistant to chair of normal physiology Kursk state medical university

E-mail: Rolaw@rambler.ru

E.A. ULAYEVA

Intern of medical institute of the Orel state university

ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

RESEARCH OF TACTILE SENSITIVITY OF THE PERSON

В статье обсуждаются достоинства и недостатки методов, получивших наибольшее распространение в экспериментальной и клинической практике. Описывается методика исследования тактильной чувствительности человека с использованием оригинальных запатентованных устройств. Предлагаются авторские критерии уровня тактильной чувствительности, позволяющие производить системную оценку работы сенсорных каналов.

Ключевые слова: тактильная чувствительность, осязательное восприятие, сенсорная асимметрия.

Merits and demerits of methods gained the greatest distribution in experimental and clinical practice are discussed. The technique of research of tactile sensitivity of the person with use of the original patented devices is described. Author's criteria of level of the tactile sensitivity, allowing to make system evaluation of the work of touch channels are offered.

Keywords: tactile sensitivity, tactile perception, touch asymmetry.

В течение последнего десятилетия отмечается увеличение количества работ, связанных с изучением сенсорных систем. Внимание исследователей привлекают не только сенсорные иллюзии как одна

из интереснейших областей психофизиологии человека, но и механизмы функционирования зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания в норме и при патологии.

Количество публикаций, связанных с вопросом физиологического функционирования зрения и слуха, наиболее велико, что можно объяснить не только анатомо-физиологическими особенностями этих сенсорных каналов и четкостью локализации корковых отделов указанных анализаторов, но и их, без преувеличения, важной социальной ролью. Так, у лиц с ограниченным зрением значительно нарушается индивидуальная деятельность, наблюдается, ввиду сенсорной депривации, замедленное созревание структур мозга [2].

Работ, связанных с исследованием вкуса и обоняния, значительно меньше, и ведутся они, как правило, в рамках неврологической семиотики. Клиническое значение извращений и потери вкуса и обоняния сложно переоценить, однако вопросу физиологического функционирования этих систем, а равно использования приборов и устройств для их изучения, посвящен в России только один фундаментальный труд [1].

Следует отметить, что слабость инструментально-методической базы, сложность соотнесения вкуса и обоняния человека и животных, невозможность по этой причине экстраполировать полученные на животных экспериментальные данные на человека, недостаточная определенность структуры и механизмов функционирования рефлекторной дуги и, особенно, периферических и корковых отделов обонятельной и вкусовой систем позволяют предположить, что указанные проблемы не находят своего разрешения лишь в условиях современного состояния науки и техники, являясь, безусловно, перспективным направлением для исследования сенсорной сферы человека.

Наименьший интерес исследователей, по данным отечественной литературы, привлекает тактильная сенсорная система, причем подавляющая часть имеющихся работ выполнена в рамках изучения механизмов сенсорной компенсации при потере или ограничении зрения, а также тифлотехники.

Между тем, процессы физиологического и морфологического функционирования тактильной сенсорной системы здорового человека рассматриваются лишь в рамках дискуссионных теорий.

Так, открытыми остаются вопросы о функционировании рецепторного звена рефлекторной дуги, дифференцировке рецепторов для идентификации раздражителей в рамках давления, растяжения и вибрации кожи, морфологического местонахождения второго звена рефлекторной дуги (спинной или продолговатый мозг), объема и цитоархитектонической локализации коркового пула нейронов. Неясно, существует ли функциональная (сенсорная) асимметрия тактильной рецепции, отсутствуют данные о процессах внутри- и межсенсорного взаимодействия, влияния высшей нервной деятельности на процессы идентификации тактильного сигнала, механизмах обратной связи.

С достаточной уверенностью можно утверждать лишь то, что тактильное восприятие – это слабоизу-

ченный, иерархически сложный системный процесс.

Неудивительно, что для исследования тактильной чувствительности получили наибольшее распространение лишь два метода – Фрея и эстеziометрия Вебера [9].

Метод Фрея подразумевает исследование с помощью набора специально подобранных градуированных волосков, прикрепленных к рукоятке. При этом выявляются отдельные чувствительные точки, соответствующие локализации рецепторов, определяется их число на 1 квадратный сантиметр участка кожи и устанавливается порог раздражения точек. Методика описана немецким физиологом М. Frey в 1884 году. Способ крайне кропотлив и длителен по времени (исследование правой и левой кистей рук согласно требованиям, описанным автором, занимает, по нашим данным, в зависимости от опытности исследователя и возраста испытуемого, от 60 до 120 минут), зачастую полученные результаты спорны ввиду утомления испытуемого, наступающего задолго до окончания исследования.

Эстеziометрия Вебера заключается в том, что исследователь берет эстеziометр Вебера, сдвигает ножки циркуля и прикасается иглами к коже испытуемого. При этом он спрашивает, сколько прикосновений ощущается. В случае, когда испытуемый отвечает, что ощущает одно прикосновение, исследователь раздвигает ножки циркуля ровно на 1 мм и снова прикасается им к тому же месту. Увеличение расстояния продолжается до тех пор, пока испытуемый отчетливо не почувствует два прикосновения. Это расстояние и будет соответствовать порогу дискриминации для данного участка кожи. Метод подробно описан Е. Weber в 1834 году.

Исследование технически несложно, однако, наш опыт показал, что необходимо предварительное обучение и подготовка, причем как исследователя, так и испытуемого. В частности, исследователю необходимо следить, чтобы ножки циркуля прикасались к коже одновременно и с одинаковым усилием, что достигается лишь в результате опыта, а кроме того, как и методику Фрея, эстеziометрию Вебера проблематично выполнять у детей, так как не всегда удается удерживать внимание ребенка столь продолжительное время.

Вместе с тем, уровень сенсорной функциональной асимметрии и тактильной чувствительности в частности имеет большое значение при обучении сложным бимануальным двигательным навыкам, в повседневной жизни, спорте. [3,4,10]

Целью нашей работы стала разработка способа исследования тактильной чувствительности, позволяющего дополнить известные методики и компенсировать имеющиеся в них недостатки.

Нами было разработано несколько устройств, прошедших процедуру регистрации в Федеральном институте промышленной собственности [5,6,7,8].

Апробация методики проведена на 70 испытуемых – добровольцах обоего пола (40 женщин, 30

мужчин), не имеющих, с их слов, травм и заболеваний центральной, периферической нервных систем и органов зрения.

Относительная сложность подготовки и работы испытуемого в рамках проведения исследования, а также трактовка полученных результатов исследователем требуют детального их описания.

Методика позволяет идентифицировать два различных типа объектов. Первый тип – это рельефные предметы возвышения. Второй тип – рельефные предметы углубления.

Таким образом, для работы с объектами первого типа требуются «Тест-эталонное устройство для изучения поверхностной чувствительности и стереогностического чувства» и «Устройство для изучения тактильной чувствительности»; для второго типа требуются «Тест-эталонное устройство для изучения тактильного, стереогностического чувства» и «Устройство для изучения тактильного, стереогностического чувства».

Алгоритм работы и трактовки полученных результатов по каждому из выбранных типов одинаков и сводится к следующим этапам.

Обучающий этап. Испытуемого усаживают перед тест-эталонной пластиной с открытыми глазами и предлагают линейно проводить по ней с целью зрительно-тактильной идентификации фигур, особенностей их тактильного восприятия в зависимости от типа (треугольник, ромб, квадрат, круг). После прохождения всех фигур одним пальцем (по выбору исследуемого) каждой руки, надевают светонепроницаемые очки, устанавливают ширму с прорезью для руки или, в исключительном случае, завязывают глаза для исключения явлений аггравации и поочередно одним пальцем (по выбору исследуемого) просят проводить линейно по пластине и, указывая тип фигуры, запомнить характерные тактильные ощущения.

Обучение исследуемого на тест-эталонных пластинах проводится один раз, время работы не ограничивается, полученные результаты не фиксируются.

Исследовательский этап. Работа проводится с испытуемым, которому надевают светонепроницаемые очки или устанавливают ширму с прорезью для руки. После чего перед ним помещают, в зависимости от исследуемого типа объектов, «Устройство для изучения

тактильной чувствительности» или «Устройство для изучения тактильного, стереогностического чувства» таким образом, чтобы основание фигуры «треугольник» было обращено к испытуемому, и дают следующую инструкцию: «Вам необходимо одним пальцем (указывается палец) руки (указывается правая или левая конечность) как можно быстрее и с минимальным количеством ошибок идентифицировать геометрические фигуры, четко называя ту фигуру, которую Вы чувствуете. После идентификации фигуры Вы переходите к следующей, продвигаясь «змейкой» следующим образом: первый левый ряд – сверху вниз, второй ряд – снизу вверх, третий ряд – сверху вниз и так далее все восемь рядов».

Исследователь усаживается лицом к испытуемому и размещает перед собой лист бумаги с отпечатанной копией расположения фигур пластины. В данном бланке-протоколе фиксируются результаты исследования для каждого пальца в отдельности.

Результативный этап. Исследователем фиксируются следующие результаты:

1. правильность идентификации фигуры с указанием, в случае неверного ответа, той фигуры, которая была испытуемым ошибочно названа;
2. количество ошибок в ряду;
3. количество ошибок суммарное;
4. время прохождения каждого ряда;
5. суммарное время прохождения пластины.

После чего проводится вычисление следующих интегральных коэффициентов (табл.1):

Некоторые особенности анализа полученных результатов. В случае неверной идентификации фигуры важно указать ту фигуру, которая была названа испытуемым. Как показали наши наблюдения, в рамках физиологической нормы возможны единичные ошибки в следующих парах в порядке убывания частоты: «треугольник – ромб», «квадрат – круг».

Линейное увеличение количества ошибок в ряду в совокупности с увеличением времени прохождения каждого ряда к концу исследования позволяют предположить развитие утомления, что особенно часто можно наблюдать у детей. Рекомендуется в данном случае сделать перерыв 5-10 минут, желательно со сменой деятельности, и переделать исследование данного пальца.

Таблица 1.

Расчетные интегральные коэффициенты

Название коэффициента	Метод вычисления	Описательная характеристика	Единица измерения
Индекс точности (ИТ)	$80 \setminus (\text{количество правильно идентифицированных фигур}) * 100$	Коэффициент, характеризующий точность идентификации фигур	Условная единица (у.е.)
Коэффициент функциональной асимметрии пальца (КСП)	$\text{ИТ (пальца правой руки)} \setminus \text{ИТ (одноименного пальца левой руки)}$	Коэффициент, характеризующий уровень симметрии (асимметрии) отдельных пальцев при идентификации тактильных объектов	Условная единица (у.е.)
Коэффициент функциональной асимметрии руки (КСР)	$\Sigma \text{ИТ (правая рука)} \setminus \Sigma \text{ИТ (левая рука)}$	Коэффициент, характеризующий уровень симметрии (асимметрии) рук при идентификации тактильных объектов	Условная единица (у.е.)

Выводы

Таким образом, предложенный метод исследования тактильной чувствительности может быть востребован не только при проведении фундаментальных исследований, но и в неврологической, трав-

матологической, реабилитационной практике, а также специалистами медико-социальной экспертизы; используемые устройства компактны, мобильны; методика несложна в освоении, не требует специального обучения персонала, может быть использована у детей.

Библиографический список

1. *Бронштейн А.И.* Вкус и обоняние. Изд-во Академии наук СССР, 1950.
2. *Григорьева Л.П.* Формирование свойств зрительного восприятия у детей с ослабленным зрением. Вестник Московского государственного лингвистического университета 2009; 563: 146-162.
3. *Егорова Н.В.* Техническая подготовка начинающих легкоатлетов в эстафетном беге на основе совершенствования функций двигательной и тактильной сенсорной системы. Автореф. дисс. канд. пед. наук. Шуя, 2012. 24 с.
4. *Михайлов И.В.* Закономерности обучения сложным целенаправленным движениям в зависимости от устойчивых свойств личности, сенсорной и моторной асимметрии: Автореф. дисс. канд. мед. наук. Курск, 2011. 21 с.
5. *Михайлов И.В. Ткаченко П.В., Ананян А.А.* Устройство для изучения тактильной чувствительности. Патент на полезную модель RU 1114151 20.12.2011
6. *Михайлов И.В. Ткаченко П.В., Ананян А.А., Коробков Д.Н и др.* Тест-эталонное устройство для изучения тактильного, стереогностического чувства. Патент на полезную модель RU 124830 10.02.2013.
7. *Михайлов И.В. Ткаченко П.В., Ананян А.А., Коробков Д.Н и др.* Устройство для изучения тактильного, стереогностического чувства. Патент на полезную модель RU 128979 20.06.2013.
8. *Михайлов И.В., Ткаченко П.В., Ляшев Ю.Д., Ананян А.А.* Тест-эталонное устройство для изучения поверхностной чувствительности и стереогностического чувства. Патент на полезную модель RU 115191 27.04.2012.
9. *Никандров В. В.* Психофизика и психофизические методы. СПб.: Речь, 2005.
10. *Пашков И.Н.* Роль сенсорных систем при развитии координационных способностей. Физическое воспитание студентов творческих специальностей. 2008. №1. С. 38-44.
11. *Халилов М.А. Снимщикова И.А. Лялюхина Е.И.* Роль факторов врожденного иммунитета в патогенезе и диагностике воспалительных заболеваний кожи. Вестник новых медицинских технологий. 2009. т.16 №04 С. 171-176.

References

1. *Bronstein A.I.* Taste and sense of smell. Publishing house of Academy of Sciences of the USSR, 1950.
 2. *Grigoriev L.P.* Formation of properties of visual perception at children with the weakened sight. Messenger of the Moscow state linguistic university. 2009; 563: 146-162.
 3. *Egorov N. V.* Technical training of beginning athletes in a relay race on the basis of improvement of functions of motive and tactile touch system. Avtoref. yew. edging. the pedagogical. sciences. – Shuya, 2012. – 24 pages.
 4. *Mikhaylov I.V.* Regularities of training in difficult purposeful movements depending on steady properties of the personality, touch and motor asymmetry: Avtoref. yew. edging. medical sciences. – Kursk, 2011. – 21 pages.
 5. *Mikhaylov I.V. Tkachenko P. V., Ananyan A.A.* The device for studying of tactile sensitivity. Patent for useful RU 1114151 model 20.12.2011.
 6. *Mikhaylov I.V. Tkachenko P. V., Ananyan A.A. Korobkov D.N, etc.* The test and reference device for studying of tactile, stereognostic feeling. Patent for useful RU 124830 model 10.02.2013.
 7. *Mikhaylov I.V. Tkachenko P. V., Ananyan A.A. Korobkov D.N, etc.* The device for studying of tactile, stereognostic feeling. Patent for useful RU 128979 model 20.06.2013.
 8. *Mikhaylov I.V. Tkachenko P. V., Lyashev Yu.D. Ananyan A.A.* The test and reference device for studying of superficial sensitivity and stereognostic feeling. Patent for useful RU 115191 model 27.04.2012.
 9. *Nikandrov V. V.* Psychophysis and psychophysical methods. SPb. : Speech, 2005.
 10. *Pashkov I.N.* Role of touch systems at development of coordination abilities. Physical training of students of creative specialties. 2008 . No. 1. Page 38-44.
 11. *Khalilov M.A., Snimchshikova I.A., Lyaluchina E.* Role of Factors Innate Immunity in the Pathogenesis and Diagnostics of Inflammatory Skin Diseases. 2009. т.16 №04. Page 171-176.
-
-

УДК 616.5-002.3-08;615.28

UDC 616.5-002.3-08; 615.28

Р.А. ХМЕЛЬНИЦКИЙ

клинический ординатор кафедры кожных и венерических болезней Курского государственного медицинского университета

А.В. ВИСЛОБОКОВ

доктор медицинских наук, профессор кафедры иммунологии и специальных клинических дисциплин Орловского государственного университета

R.A. KHMELNYTSKY

clinical intern of chair of skin and venereal diseases of Kursk State Medical University

A.V. VISLOBOKOV

doctor of medical sciences, the professor of chair of immunology and special clinical disciplines, Orel State University

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА, В НАРУЖНОЙ ТЕРАПИИ ПИОДЕРМИЙ

RATHER AN ASSESSMENT OF APPLICATION OF THE PREPARATIONS CONTAINING VARIOUS ANTIBACTERIAL MEANS, IN EXTERNAL THERAPY OF PIODERMIYA

В двойном рандомизированном исследовании дана клиническая оценка применения топических антибиотиков в терапии различных видов пиодермий. Показаны преимущества применения мази, содержащей антибиотик мупироцин в монотерапии по сравнению с наиболее часто используемыми препаратами.

Ключевые слова: Наружная антибактериальная терапия, антибиотик мупироцин, антибиотик гентамицин, эффективность.

In a double-randomized study, given the clinical evaluation of the use of topical antibiotics in the treatment of various types of pyoderma. The advantages of the use of an ointment containing the antibiotic mupirocin monotherapy compared with commonly used medications.

Keywords: outdoor antibiotic therapy, antibiotic mupirocin antibiotic gentamicin, efficiency.

Пиодермии – большая группа дерматозов с гнойным воспалением кожи, её придатков и подкожно-жировой клетчатки, вызываемых гноеродными микроорганизмами, преимущественно стафилококками и стрептококками. Нередко наблюдается их ассоциация с другими микроорганизмами (микоплазмы, псевдомонады, кишечная палочка, синегнойная палочка, вульгарный протей, вирусы и др.)

Возникают пиодермии как первичные заболевания кожи или как осложнения зудящих или иммунокомпетентных дерматозов в результате нарушения состава пота и изменения pH водно-липидной мантии кожи, снижения иммунной защиты организма, функциональных нарушений ЦНС, эндокринопатий, гиповитаминозов, приёма кортикостероидов и др.

Следует отметить высокую обсемененность кожных покровов, складок кожи, слизистых *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. pyogenes*, *S. haemolyticus* как основных возбудителей кожных инфекций, часто резистентных к В-лактамам. Поэтому, по данным специалистов ВОЗ, пиодермии в ряде Европейских стран составляют около трети всей кожной патологии [3,4].

Одним из современных направлений развития дерматовенерологических технологий является мониторинг лекарственной устойчивости возбудителей пиодермий. Привычная наружная терапия с постоянным использованием топических антибиотиков

одного ряда ведёт к формированию штаммов, устойчивых к действию препарата, что увеличивает сроки лечения больных, а также приводит к серьёзным осложнениям.

За период с 1961 г., когда была впервые описана метициллинрезистентность у *S. aureus* (MRSA) и *S. epidermidis* (MRSE), по настоящее время она увеличилась в десятки раз. К 2000 году во Франции, Бельгии, Голландии она наблюдалась у 60% штаммов, в США колебалась от 60 до 70%. [1]

Основываясь на большой распространенности и мультифакторности данных дерматозов, поиск наиболее оптимальной терапии пиодермий всегда остаётся актуальной задачей дерматологии, несмотря на большое количество препаратов для лечения данной патологии.

В настоящее время появились новые по составу и механизму действия антибактериальные препараты. Один из них антибиотик

мупироцин, продуцируемый микроорганизмом *Pseudomonas fluorescens* [6], представляющий собой производное бутеноилнонановой кислоты, смесь псевдомониевых кислот А (90%) и кислот В, С и D. [7]

Механизм действия мупироцина отличен от всех известных антимикробных препаратов. Антибиотик подавляет синтез белка бактериальной клетки посредством обратимого связывания с изолейцил-транспортной РНК-синтетазой, что блокирует

включение изолейкина в строящиеся белковые цепочки. [5] Мупироцин тормозит синтез белка и РНК, а влияние на ДНК и образование клеточной стенки гораздо меньше выражено. [10] Антибиотик действует как бактерицидно, так и бактериостатически, в зависимости от минимальной ингибирующей концентрации. [9]

Благодаря специфическому механизму действия и особой химической структуре у него отсутствует перекрестная резистентность с другими антибиотиками. [6]

Ряд авторов отмечают высокую активность мупироцина против грамположительной микрофлоры, включая метициллинрезистентных *S. aureus* (MRSA), а резистентность к препарату развивается редко и не превышает 2%. [2; 6; 8]

Проведя ретроспективный анализ амбулаторных карт и карт стационарных больных с пиодермиями, получавших лечение в ООКВД, выявлено частое применение в наружной терапии антибактериальных препаратов, содержащих гентамицин, линкомицин и эритромицин.

Поэтому представляет интерес проведение сравнительных исследований клинической эффективности часто применяемых и новых топических антибактериальных средств.

В настоящее время в ряде литературных источников показана эффективность терапии инфекции кожи и мягких тканей некоторыми антибактериальными препаратами мупироцина, неомицином, фузидиевой кислотой, тетрациклином, эритромицином, хлоргексидином в сравнении [6, 11]

Целью прямого открытого исследования, проведенного на кафедре дерматовенерологии медицинского института Орловского государственного университета в 2012 г., явилась оценка клинической эффективности и безопасности мазевого препарата, содержащего антибиотик мупироцин, в сравнении с мазью, в состав которой входит антибиотик гентамицин, у пациентов с различными формами пиодермии.

При проведении исследования ставились следующие задачи:

- Оценка терапевтической эффективности препаратов 2% мази, содержащей мупироцин и 0,1% мази, содержащей гентамицин.
- Оценка безопасности препарата
- Оценка влияния наружной терапии препаратами, содержащими мупироцин и гентамицин, на качество жизни больных с различными формами пиодермий с использованием опросника Индекса качества жизни дерматологических больных DLQI (Dermatology Life Quality Index).

Материалы и методы

Проведено проспективное открытое рандомизированное сравнительное клиническое исследование.

- Критерии включения пациентов в исследование:
- Желание участвовать в исследовании, подпи-

санное и информированное согласие пациентов или их родителей;

- Пациенты в возрасте от 3х до 40 лет мужского и женского пола;
- Пациенты с установленным диагнозом, относящимся к поверхностным пиодермиям;
- Соблюдение оговоренных условий исследований, подразумевающих обязательное выполнение медицинских рекомендаций и продолжительности участия до окончания исследования.

Критерии исключения:

- Наличие в анализе указаний на развитие аллергических реакций или индивидуальную непереносимость компонентов, входящих в состав мазей;
- Беременность, период лактации;
- Больные, в лечении которых необходимо применять системные антибиотики;
- Наличие тяжёлых сопутствующих заболеваний;
- Возраст до 3х лет.

Больной мог быть досрочно выведен из исследования по причинам:

- Наличие клинически-значимых нежелательных эффектов;
- Несоответствие требуемым критериям продолжительности исследования;
- Невявка на очередной визит к врачу.

Эффективность препаратов оценивалась клинически до начала лечения – исходный статус и в процессе применения через день – с 3-го по 11-й день. Для оценки использовалась следующая шкала:

- клиническое выздоровление;
- значительное улучшение;
- улучшение;
- незначительное улучшение;
- отсутствие эффекта;
- ухудшение.

Оценка эффективности терапии проводилась по времени регресса клинических симптомов (изменения количества элементов): пустул, эрозий, корок, гиперемии в области очагов, а также с использованием индекса качества жизни дерматологических больных DLQI (Dermatology Life Quality Index). Оценку DLQI проводили у всех пациентов с 16-летнего возраста с помощью опросника, позволяющего оценить качество жизни больных по шести основным параметрам: симптомы и самочувствие; ежедневная активность; досуг; работа и учеба; личные отношения; лечение. Ответы: «неактуально» и «нет» оценивались как 0 баллов, «немного», «умеренно», «очень сильно» 1,2,3 балла соответственно.

Все больные были рандомизированы на две группы, сопоставимые по полу, возрасту пациентов, клиническим формам дерматозов, площади поражения и бактериальному спектру возбудителей.

Под наблюдением находились 44 пациента в возрасте от 3х до 40 лет (21 мужского, 23 женского пола). При этом подавляющее большинство пациентов составляли подростки от 16 лет и взрослые (43,2% – 19 человек от 18 до 30 лет и 22,7% – 10 человек в воз-

расте от 31 до 40 лет), 6 человек ((13,6%) – дети, в возрасте от 3 до 10 лет, 7 человек – от 11 до 15 лет, 2 человека – от 16 до 17 лет.

Наиболее частой локализацией пиодермий являлась область туловища и верхних конечностей. У 12 пациентов пиодермии были осложнениями других дерматозов.

Площадь поражения, включающая фолликулярные и нефолликулярные пустулы, эрозии, корки и гиперемии, измерялась с помощью калибровочной сетки в квадратных сантиметрах. Средняя площадь очагов у пациентов на начало лечения составляла $19,6 \pm 1,3 \text{ см}^2$.

Распределение больных по полу, клиническим формам представлено в таблице 1.

В обеих группах возбудителем инфекции являлись *Staphylococcus aureus* – 44,1% в том числе в монокультуре (11,4%) – 6 человек, *Staphylococcus epidermidis* – 67,0%, *Streptococcus pyogenes* – 54,6%, у 3х человек в посевах определялись *Escherichia coli*.

Пациентам обеих групп проводилась только наружная терапия антисептическими препаратами. Пациенты первой группы применяли мазь, содержащую мупироцин; пациенты второй группы – мазь, содержащую гентамицин, которые наносились на поражённые участки тонким слоем 3 раза в день в течении 12 дней.

Оценка безопасности исследуемого препарата и препарата сравнения включала регистрацию нежелательных эффектов и лабораторный мониторинг.

В результате рандомизированного сравнительного исследования эффективности наружной терапии при поверхностных формах пиодермий был выявлен высокий терапевтический эффект использования топических антибактериальных средств в обеих группах.

По полученным данным (таблица 2) можно сделать вывод, что в результате монотерапии мазью, содержащей мупироцин, уже к 3му дню у 18,2% больных в первой группе отмечался значительный регресс клинических симптомов. Исчезали фликтены,

уменьшалось количество гнойного экссудата, наступала эпителизация эрозий, а к 5му дню лечения отмечалось выздоровление у 54,5% больных, где на месте разрешившихся элементов оставалась только незначительная вторичная пигментация. В это же время значительное улучшение было у 31,8% больных, что статистически превышает количество пациентов с данным эффектом во второй группе.

В ходе исследований выявлено улучшение Индекса качества жизни дерматологических больных – индекса (DLQI). (табл №3) При сравнении показателей качества жизни до лечения и на 9 день терапии в обеих группах отмечается статистически достоверное снижение значений DLQI. Кроме того, уже к 5му дню в первой группе пациентов изменение индекса было статистически отличимым ($p \leq 0,05$) от пациентов второй группы, что, несомненно, подтверждает более быстрый терапевтический эффект при применении мази с мупироцином.

Также пациенты отмечали, что данный препарат удобен в применении, не имеет запаха, легко наносится на пораженные участки, быстро впитывается, не оставляет ощущения жирности и пятен на одежде и при нанесении на эрозии не образует корок.

В ходе терапии у больных обеих групп нежелательных эффектов не зарегистрировано.

В заключение можно отметить преимущество применения мазей, содержащих мупироцин, у больных с поверхностными пиодермиями в сравнении с мазями, содержащими гентамицин. Присутствующий в мазевой основе мупироцин высокоэффективен в отношении наиболее часто выявляемой патогенной микрофлоры. При его местном применении обеспечивается высокая концентрация препарата в месте воспаления, что приводит к сокращению времени для достижения терапевтического эффекта.

В связи с этим данная форма может быть использована в качестве топической антибиотикотерапии при всех видах поверхностных пиодермий без микробиологического подтверждения чувствительности.

Таблица 1.

Распределение больных по полу, клиническим формам заболевания и площади поражения

Показатель	Препарат	
	мупироцин (мазь)	гентамицин(мазь)
Пол, абс:		
• муж	10	11
• жен	12	11
Клиническая форма заболевания, абс:		
• Импетиго стрептококковое	4	3
поверхностное	1	2
• Импетиго щелевидное	1	-
• Импетиго буллезное	2	4
• Интертригинозная стрептодермия	11	10
• Импетиго вульгарное	3	3
• Сикоз вульгарный		
Площадь поражения (см ²)		
• min	2,3	2,5
• max	68,2	50,5
• М	21,7	17,4

Таблица 2.

Оценка терапевтической эффективности препаратов мупироцин (мазь) и гентамицин (мазь) при лечении пиодермий

Показатель клинической эффективности	n=22 мупироцин					n=22 гентамицин				
	Сроки лечения (дни)					Сроки лечения (дни)				
	3	5	7	9	11	3	5	7	9	11
Клиническое выздоровление	4 (18,2)	12 (54,5)	19 (86,4)	21 (95,5)	21 (95,5)	1 (4,5)	6 (27,3)	14 (63,6)	17 (77,3)	18 (81,8)
Значительное улучшение	1 (4,5)	7 (31,8)	3 (13,6)	1 (4,5)	1 (4,5)	1 (4,5)	5 (22,7)	7 (31,8)	4 (18,2)	3 (13,6)
Улучшение	15 (68,2)	3 (13,6)				17 (77,3)	10 (45,5)		1 (4,5)	1 (4,5)
Незначительное улучшение	2 (9,1)					1 (4,5)		1 (4,5)		
Отсутствие эффекта						2 (9,1)	1 (4,5)			
Ухудшение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Количество пациентов, абс (%)

Таблица 3.

Динамика индекса качества жизни дерматологических больных (DLQI) у больных с пиодермиями в ходе терапии мазевыми препаратами, содержащими мупироцин и гентамицин

Этап наблюдения	мупироцин	гентамицин
На начало терапии	12,58 ± 9,01	11,92 ± 0,26
5 день	3,24 ± 2,01*	6,02 ± 3,31
9 день	1,30 ± 1,95	1,68 ± 2,05

* – статистически значимые различия.

Библиографический список

1. Белобородов В.Б. Резистентные грамположительные микроорганизмы: современные возможности и перспективы. Медицинский консилиум. 2004; 6; №1: С.18-22.
2. Дехнич А.В., Эдельштейн И.А., Нарезкина А.Д. и др. Эпидемиология антибиотикорезистентности нозокомиальных штаммов *Staphylococcus aureus* в России: результаты многоцентрового исследования. Клин. микробиол. антимикроб. химиотер. 2002; № 4: С. 325-336.
3. Клинические рекомендации. Дерматовенерология. Под ред. Кубановой А.А. М.: ДЭКС – Пресс. 2008: 120-142.
4. Козин В.М. Дерматология. Учебное пособие. Мн: Высш. шк. 1999: 304 с.
5. Михайлов И.Б. Основы фармакотерапии детей и взрослых: руководство для врачей. М. АСТ, 2005.
6. Оковитый С.В., Ивкин Д.Ю. Мупироцин: клиническое применение Медицинский консилиум, 2011, 6; № 4: С. 3-10.
7. Cbain E.B, Mellows G. Pseudomonic acid. Part 3. Stucture of Pseudomonic acid B.J.cbem Soc Perkin Trans 1977; 1: 318-324
8. Dehgande L.M., Fix A.M., Pfaller M.A., Jones R.N., Emerging elevated mupirocin resistance nates among staphylococcal isolates in the SENTRY antimicrobial suruveillance program (2000): correlations of results from disk diffusion, Etest and reference dilution methods. Diagn Microbiol Infect Dis. 2002; № 42: Pp. 283-290.
9. Glaxo Smitt Kline. Bactroban (mupirocin) ointment 2% for dermatologic use prescribing information. Research Triangle Park, NC. 201, Nov
10. Hugbes J, Mellow G. Inbibition of isoleucyltransfer ribonucleic acid syntbetase in Echerichi coli by pseudomonic acid. Biochim J 1978; 176: 305-318.
11. Woug K.S., Lim K.B., Tbam S. Netal. Comparative double-blinded study between mupirocin and tetracycline ointments for treating skin infections. Siungapoore Med J. 1989; 30: 380-383

References

1. Beloborodov V.B. Resistant Gram-positive microorganisms : current opportunities and prospects. Medical consultation. 2004 , 6, 1 : 18-22 .
2. Dehnych A. , Edelstein , I.A., Narezkina A.D. et al Epidemiology atibiotikorezistentnosti nozokoialnyh strains of *Staphylococcus aureus* in Russia : results of a multicenter study. Wedge . microbiology . antimicrobial . Chemotherapy . 2002 , 4 : 325-336 .
3. Clinical practice guidelines . Dermatovenereology . Ed. Kubanova AA Moscow: Dax - Press . 2008 : 120-142 .
4. Kozin V.M. Dermatology . Textbook. MH : High. wk . 1999 : 304.
5. Mihaylov I.B. Fundamentals of pharmacotherapy children and adults : a guide for physicians. M. AST , 2005 .
6. Okovity S., D. Ivkin Mupirocin : clinical application of medical consultation , 2011, 6 , 4 : 3-10 .
7. Cbain E.B, Mellows G. Pseudomonic acid. Part 3 . Stucture of Pseudomonic acid BJcbem Soc Perkin Trans 1977; 1: 318-324

8. *Dehgande LM, Fix AM, Pfaller MA, Jones RN*, Emerging elevated mupirocin resistance rates among staphylococcal isolates in the SENTRY antimicrobial surveillance program (2000): correlations of results from disk diffusion, Etest and reference dilution methods. *Diagn Microbiol Infect Dis*. 2002 , 42 : 283-290 .
9. *Glaxo Smith Kline*. Bactroban (mupirocin) ointment 2 % for dermatologic use prescribing information. Research Triangle Park, NC. 201 , Nov
10. *Hughes J, Mellow G*. Inhibition of isoleucyltransfer ribonucleic acid synthetase in *Escherichia coli* by pseudomonic acid. *Biochim J* 1978, 176 : 305-318 .
11. *Wong K.S., Lim K.B., Tham S. Netal.* Comparative double-blinded study between mupirocin and tetracycline ointments for treating skin infections. *Singapore Med J*. 1989 , 30 : 380-383

УДК 615.273.53

UDC 615.273.53

А.А. ЦАРУКЯН

ассистент кафедры клинической фармакологии, ал-
лергологии и иммунологии с курсом ПДО Ставрополь-
ского государственного медицинского университета
E-mail: a-tsarukyan@mail.ru

A.A. TSARUKYAN

assistant of the Department of Clinical Pharmacology,
Allergology and Immunology With the Course of Post-
Graduate and Additional Education Education of
Stavropol State Medical University

В.А. БАТУРИН

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой
клинической фармакологии, аллергологии и иммуно-
логии Ставропольского государственного медицин-
ского университета
E-mail: v_baturin@mail.ru

V.A. BATURIN

doctor of medical Sciences, Professor, head, Department
of clinical pharmacology, allergy and immunology,
Stavropol state medical University
E-mail: v_baturin@mail.ru

ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ТЕРАПИИ НЕПРЯМЫМИ АНТИКОАГУЛЯНТАМИ В ЭТНИЧЕСКИХ ГРУППАХ СТАВРОПОЛЬЯ

THE SIGNIFICANCE OF GENETIC FACTORS FOR TREATMENT WITH INDIRECT ANTICOAGULANTS IN ETHNIC GROUPS OF THE STAVROPOL REGION

*Проведено изучение особенностей потребления непрямых антикоагулянтов и влияния генетических особенностей на лекарственный ответ у представителей трех этнических групп Ставропольского края: славянской, армянской и карачаевской. В результате было показано: для достижения целевого уровня МНО у армян требовалась более низкая суточная доза варфарина – 3,9 мг, у карачаевцев и славян – 5,1 и 5,2 мг соответственно. Среди пациентов, достигших целевого значения МНО, оказалось достоверно больше представи-
телей армян – 57% по сравнению с группой славян – 31,7% и карачаевцев 33,3%, и доля пациентов с высоким значением МНО (выше 3) наибольшая в группе армянского этноса – 25,7% (у славян – 18,3%, у карачаевцев – 11,1%) . По результатам генотипирования максимальная частота «медленных» метаболитов выявлена среди представителей армянской этнической группы – 52,6%. На основании полученных результатов выявление генотипов CYP2C9 рекомендовано включить в перечень обязательных медицинских исследований для применения в клинической практике.*

Ключевые слова: варфарин, CYP2C9, этнические особенности, биотрансформация, цитохром P-450.

We studied the peculiarities of indirect anticoagulants intake and the effect of the genetic characteristics on the drug response in the representatives of three ethnic groups of the Stavropol Territory: Slavic, Armenian and Karachai. As a result, it was demonstrated: to achieve the target INR, the Armenians required a lower daily dose of warfarin – 3,9 mg, the Karachai and Slavs – 5,1 mg and 5,2 mg, respectively. Among the patients who achieved the target INR value, there were significantly more representatives of the Armenians – 57% compared with a group of Slavs – 31,7% and 33,3% of Karachai, and a share of the patients with a high INR (above 3) is the highest in the group of Armenian ethnoses – 25.7% (the Slavs – 18,3%, in Karachai – 11,1%). According to the results of genotyping, the maximum frequency of the “slow” metabolizers is identified in the Armenian ethnic group – 52,6%. Based on these findings, CYP2C9 genotypes identifying is recommended for inclusion in the list of mandatory medical investigations for the use in clinical practice.

Keywords: warfarin, CYP2C9, ethnic characteristics, biotransformation, cytochrome P-450.

Давно известно, что фармакологический ответ имеет индивидуальные особенности как с точки зрения различий в эффективности, так и безопасности фармакотерапии. Причины этого могут быть обусловлены воздействием на лекарственный метаболизм различного рода факторов, как модифицируемых, так и немодифицируемых (возраст пациента, пол, особенности телосложения, а также генетически детерминированные особенности фармакокинетики и фармакодинамики). Передающиеся из поколения в поколение генетические особенности представляют собой так называемые однонуклеотидные полиморфизмы генов, которые кодируют белки, принимающие участие в фармакокинетике или фармакодинамике лекарственного препарата. В настоящее время стало известно, что наибольшее клиническое значение имеет полиморфизм генов, контролирующих синтез и деятельность ферментов метаболизма ЛС, а также транспортных белков-переносчиков ЛС, принимающих участие в основных этапах фармакокинетики [1].

Значительное большинство ЛС метаболизируется в микросомах печени оксигеназной системой, зависимой от активности цитохрома Р-450. Наиболее полиморфными изоферментами, имеющими ведущее значение в процессах метаболизма целого ряда ЛС, являются CYP2C9, CYP2D6, CYP2C19 [2]. Известно более 200 вариантов аллелей цитохромов, участвующих в биотрансформации лекарств [3]. Одной из наиболее важных и хорошо изученных изоформ цитохрома Р450 является CYP2C9, которая метаболизирует почти 16% ЛС, в том числе антикоагулянты непрямого действия, нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), блокаторы рецепторов ангиотензина, пероральные гипогликемические ЛС. Из четырех возможных комбинаций аллельных вариантов гена CYP2C9 у европейцев обнаружены три. Они получили обозначения CYP2C9*1(Arg144-Ile359) – так называемый «дикий тип», CYP2C9*2(Cys144-Ile359) и CYP2C9*3 (Arg144-Leu359). Причем активность CYP2C9 у носителей аллельного варианта CYP2C9*2 составляет 18% от нормальной, а у носителей аллельного варианта CYP2C9*3 – только 5% [4].

Одним из субстратов CYP2C9 является группа антагонистов витамина К, или антикоагулянтов непрямого действия, которые занимают лидирующие позиции в качестве препаратов выбора для профилактики тромбоэмболических осложнений сердечно-сосудистых заболеваний. Хорошая доказательная база не прямых антикоагулянтов (НАКГ) обуславливает их широкое применение в клинической практике, но несмотря на хорошо разработанные методы контроля за безопасностью НАКГ, риск развития кровотечений на фоне терапии ЛС этой группы остается высоким [5].

Установлено, что частоты полиморфных вариантов CYP2C9*2 и CYP2C9*3 проявляют существенные межэтнические различия. Это свойство лежит в осно-

ве хорошо известного феномена различной частоты НЭ некоторых ЛС у представителей различных рас, национальностей и народностей [6]. Следовательно, выявление генотипов CYP2C9 важно для достижения эффективных результатов лекарственной терапии, прогнозирования и предотвращения развития нежелательных побочных реакций.

Объектом нашего исследования явились представители наиболее многочисленных этносов, проживающих на территории Ставропольского края.

Целью работы явился анализ особенностей потребления не прямых антикоагулянтов у представителей трех этнических групп Ставрополя: славянской (этнические русские и украинцы), армянской и карачаевской и оценка роли генетических особенностей изучаемых этносов в формировании лекарственного ответа.

Материалы и методы: обследовано 122 пациента с постоянной формой мерцательной аритмии, принимавших варфарин. Среди них представителей славянской этнической группы было 60, армян – 35, карачаевцев 27 человек. Исследуемые группы были сопоставимы по полу и возрасту. Средний возраст больных составил 58,5±9 лет. Сопутствующие заболевания – ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, миокардиты. Пациенты, включенные в исследование, принимали варфарин в разных дозах (от 0,625 мг до 12,5 мг) до достижения целевых значений МНО (2-3). Статистическая обработка результатов производилась с помощью пакета программ Statistica 6.0 for Windows и модуля Excel пакета Office 2007.

Таблица 1.

Генотип	Славяне, % (n =63)	Армяне, % (n =38)	Карачаевцы, % (n =35)
CYP2C9*1/*1	61,9 (39)	47,4 (18)*	74,3 (26)
CYP2C9*1/*2	20,6 (13)	23,7 (9)	5,7 (2)**
CYP2C9*1/*3	12,7 (8)*	26,3 (10)	20 (7)
CYP2C9*2/*2	4,8 (3)*	(0)	(0)
CYP2C9*2/*3	(0)	(0)	(0)
CYP2C9*3/*3	(0)	2,6 (1)*	(0)
Суммарная частота «медленных» окислителей, %	38,1%	52,6%	25,7%

Примечание: в скобках указано число носителей генотипов.

* – достоверность различий частоты встречаемости генотипов между группами исследуемых разной этнической принадлежности при $p < 0,05$

** – достоверность различий частоты встречаемости генотипов между группами исследуемых разной этнической принадлежности при $p < 0,01$

Общая частота CYP2C9*2 в различных популяциях колеблется от 8 до 18%, частота CYP2C9*3 – от 4 до 10% [7,8]. Частоты аллелей, обнаруженные нами в группе славян, сопоставимы с частотами изучаемых аллелей в популяции русских и других европейских популяциях. Причем у карачаевцев наблюдается минимальная частота аллеля CYP2C9*2, а у армян – максимальная – CYP2C9*3 по сравнению со славянами. Исследования 2010 г. (Ромодановский Д.П. и др.) показали, что карачаевцы по сравнению

с черкесами обладают генетически детерминированной чувствительностью к ЛС-субстратам CYP2C9 (оральные антикоагулянты, НПВС, пероральные гипогликемические средства), а следовательно, и предрасположенностью к развитию нежелательных побочных реакций (НПР) при их применении [9]. При исследовании полиморфизма гена CYP2C9 у коренных жителей Северной Сибири также была выявлена определенная доля «медленных» метаболитов среди коренных жителей и русских Северной Сибири: 13 % у тундровых ненцев, 25 % у селькупов и 40 % в популяции русских Сибири [10].

В большинстве клинических исследований продемонстрировано, что при применении не прямых антикоагулянтов у носителей «медленных» аллельных вариантов CYP2C9*2 и CYP2C9*3 риск кровотечений возрастает в 2 – 3 раза, а риск чрезмерной гипокоегуляции (МНО>4) увеличивается в 3-4 раза. При этом из двух «медленных» аллельных вариантов на манифестацию геморрагического синдрома оказывает влияние носительство только CYP2C9*3 [11]. Принимая во внимание тот факт, что у носителей аллельного варианта CYP2C9*3 активность CYP2C9 снижена в большей степени, было интересным оценить распределение данного гена внутри исследуемых групп. Оказалось, что наибольшее количество носителей «медленных» аллелей CYP2C9*3 было выявлено у представителей армян (29,0%) и карачаевцев (20,0%). Среди славян такой аллельный вариант обнаруживался только в 12,7% случаев (8 обследованных). При оценке носительства CYP2C9*2 преоб-

ладали представители славянского этноса – 25,4%, в то время как среди армян их было 23,7%, а у карачаевцев лишь 5,7%.

Выводы

1. Более высокие значения МНО при приеме варфарина у представителей армянской этнической группы в сочетании с низкими дозами препарата по сравнению с группами славян и карачаевцев являются прогнозирующим фактором увеличенного риска кровотечений при применении варфарина у армян.

2. Высокая встречаемость аллельного варианта CYP2C9*3 у армян и карачаевцев может быть предиктором увеличенного риска кровотечений.

3. Полученные результаты позволяют в изученных популяциях прогнозировать наличие индивидуального и популяционного риска развития нежелательных реакций в ответ на прием НАК. Причем, предположительно, максимальная степень риска существует у представителей армянского этноса.

4. Поскольку генетические факторы определяют половину всех нежелательных эффектов лекарственных средств, при выборе дозирования препаратов принятие во внимание этнической принадлежности больного позволит оптимизировать фармакотерапию непрямыми антикоагулянтами. Следовательно, подбор индивидуальных доз лекарственных препаратов, как и выявление генотипов CYP2C9, необходимо включить в перечень обязательных медицинских исследований для применения в широкой клинической практике.

Таблица 2.

Частоты аллеля CYP2C9*3 и достоверность различий в изученных популяциях

Популяция	Общее число аллелей	Частота CYP2C9*3	Славяне	Армяне	Карачаевцы
Славяне	126	6,3 (8 ал.)	-	p< 0,05	p< 0,05
Армяне	76	14,5(11 ал.)	p< 0,05	-	p> 0,05
Карачаевцы	70	10 (7 ал.)	p< 0,05	p> 0,05	-

Библиографический список

1. Середенин С.Б. Лекции по фармакогенетике. М.: МИА, 2004. 303 с.
2. Кулес В.Г., Грачев С.В., Сычев Д.А., Раменская Г.В. Метаболизм лекарственных средств. Научные основы персонализированной медицины: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2008. 304с.
3. Вальдман Е.А. Проблемы внедрения достижений фармакогеномики // Ремедиум. 2008. №3. С. 6 – 9.
4. Сычев Д.А., Раменская Г.В., Игнатъев И. В., Кулес В.Г. Клиническая фармакогенетика: Учебное пособие / Под ред. В.Г.Кулеса, Н.П.Бочкова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 248 с.: ил.
5. Д.А. Сычев, И.М. Антонов, С.В. Загребин, Н.А. Гасанов, В.Г. Кулес Алгоритмы дозирования варфарина, основанные на результатах фармакогенетического тестирования: реальная возможность оптимизации фармакотерапии //Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. - 2007. №2. С. 59 66.
6. Молекулярные механизмы нежелательных эффектов лекарственных средств (монография). Под ред. М.А.Пальцева, В.Г.Кулеса, Р.У.Хабриева.. С.137-153., М., «Русский врач», 2005
7. Сычев Д.А., Стасяк Е.В., Игнатъев И. В. и др. Клиническая фармакогенетика изофермента цитохрома Р-450 2С9 // Клин. фармакол. и терапия. 2005. №4. С. 60–63.
8. Сычев Д.А., Раменская Г.В., Игнатъев И. В., Кулес В.Г. Клиническая фармакогенетика: Учебное пособие / Под ред. В.Г.Кулеса, Н.П.Бочкова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 248 с.: ил.
9. Ромодановский Д.П., Хапаев Б.А., Игнатъев И.В., Кулес В.Г., Каркищенко В.Н. Частоты «медленных» аллельных вариантов генов, кодирующих изоферменты цитохрома Р450 CYP2D6, CYP2C19, CYP2C9 у карачаевцев и

черкесов // Биомедицина. 2010. № 2. С. 33-37.

10. Корчагина Р.П., Осипова Л. П., Вавилова Н. А., Воронина Е. Н., Филипенко М. Л. Генетический полиморфизм цитохрома P450 2C9, участвующего в метаболизме лекарственных препаратов, в популяциях коренных жителей Северной Сибири // Бюллетень СО РАМН 2011. № 6. Т. 31. С. 39 – 46.

References

1. Seredenin S.B. Lectures on фармакогенетике. - М: МІА, 2004. - 303 pages.
 2. Kukes V.G., Grachev S.V., Sychev D. A. Ramensky G.V. Metabolism of medicines. Scientific bases of the personalized medicine: the management for doctors – М: GEOTAR – Media, 2008. – 304с.
 3. Valdman E.A. Problems of introduction of achievements фармакогеномики//Remedium – 2008. - No. 3. – Page 6 – 9.
 4. Sychev D.A. Ramenskaya G.V., Ignatyev I.V., Kukes V. G. Clinical фармакогенетика: The manual / Under the editorship of V.G.Kukes, N.P.Bochkov. – М: GEOTAR-media, 2007. – 248 pages: silt.
 5. Sychev D.A., I.M.Antonov, S. V. Zagrebin, N.A.Gasanov, V. G. Kukes Algoritmy of dispensing варфарина, based on results of farmakogeneticheskoy testing: real possibility of optimization of pharmacotherapy//Rational Pharmacotherapy in Cardiology. - 2007. - No. 2. – Page 59 - 66
 6. Molecular mechanisms of undesirable effects of medicines (monograph). Under the editorship of M.A.Paltsev, V.G.Kukes, R.U.Khabriyev. Page 137-153. m, «The Russian doctor», 2005
 7. Sychev D.A. Stasyak E.V., Ignatyev I. Century, etc. Clinical фармакогенетика R-450 2S9 cytochrome isoenzyme//Klin. фармакол. and therapy. - 2005. - No. 4. – Page 60-63.
 8. Sychev D.A. Ramenskaya G.V., Ignatyev I.V., Kukes V.G. Clinical фармакогенетика: The manual / Under the editorship of V.G.Kukes, N.P.Bochkov. – М: GEOTAR-media, 2007. – 248 pages: silt.
 9. Romodanovsky Dative, Hapayev B. A. Ignatyev I.V., Kukes V. G., Karkishchenko V. N. Frequencies of «slow» allelny options of the genes coding isoenzymes of P450 CYP2D6 cytochrome, CYP2C19, CYP2C9 at Karachays and Circassians//Biomedicine - 2010. - No. 2. – Page 33-37
 10. Korchagin R.P., Osipov L. Item, Vavilov N. A. Voronin E. N, Filipenko M. L. Genetic polymorphism of the P450 2C9 cytochrome participating in a metabolism of medicines, in populations of aboriginals of Northern Siberia//the Bulletin FROM the Russian Academy of Medical Science – 2011. - No. 6. - T. 31. - Page 39 – 46.
-
-

УДК 615.36.018.23

В.К.ШОРМАНОВ

доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической, аналитической и токсикологической химии Курского государственного медицинского университета

Л.С.НОВИКОВА

доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармакологии, клинической фармакологии и фармации Орловского государственного университета

Г.В. БЕЛЯЕВА

кандидат фармацевтических наук, ассистент кафедры фармации ФПО Курского государственного медицинского университета

И.Н.СЛАСТИХИНА

аспирант

Т.В. БЕЛЯЕВА

соискатель

Г.Г. БУЛАТНИКОВ

соискатель

UDC 615.36.018.23

V.K. SHORMANOV

doctor of Pharmacy Professor of Department of pharmaceutical, analytical and toxicological Chemistry in Kursk State Medical University

L.S. NOVIKOVA

doctor of Pharmacy Professor of Pharmacology department in Orel State University

G.V. BELYAYEVA

candidate of Pharmaceutical Sciences in Kursk teaching Assistant at the Department of postgraduate education in Kursk State Medical University

I.N. SLASTIHINA

graduate student

T.V. BELYAYEVA

applicant for a degree

G.G. BULATNIKOV

applicant for a degree

ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛЛАГЕНА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЦИРРОТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПЕЧЕНИ

PHOTOMETRIC EVALUATION OF COLLAGEN FOR THE DIAGNOSTICS OF CIRRHOSIS CHANGES IN THE LIVER

Проведены исследования по разработке методики фотометрического определения коллагена. Установлено, что коллаген, взаимодействуя в гидрофильной среде с 2,3,5,6-тетрахлорпарабензохиноном (ТХПБХ), образует окрашенный продукт. По интенсивности окраски продукта рассчитывают количественное содержание коллагена. Предлагаемая методика характеризуется простотой, высокой точностью и может быть предложена для определения различных фракций коллагена в печени с целью диагностики цирротических изменений.

Ключевые слова: коллаген, 2,3,5,6-тетрахлорпарабензохинон (ТХПБХ), фотометрическое определение, печень, диагностика цирроза.

We have worked out the method of photometric evaluation of collagen. We have seen that interacting in a hydrophilic environment with 2,3,5,6-tetrachloroparabenzohinon collagen forms a dyed product. The intensity of its dyeing is an indicator for calculating the quantitative content of collagen. The method is characterized by simplicity, high precision and possibility to be used while evaluation of different fraction of collagen in the liver for diagnostics of cirrhosis changes.

Keywords: collagen, 2,3,5,6-tetrachloroparabenzohinon (TCPBH), photometric determination, the liver, the diagnosis of cirrhosis.

Коллаген – основной белок соединительной ткани, состоящий из макромолекул, имеющих уникальную трехспиральную структуру. По химической структуре он является высокомолекулярным соединением с молекулярной массой ≥ 10000 . Молекулы представляют собой длинные нити, переплетающиеся между собой или свернутые в клубки [14, 15, 16].

Учитывая, что коллаген входит в состав соединительной ткани организма, это можно использовать для оценки состояний различных органов. Нами изучен вопрос о роли нарушений метаболизма коллагена при различных хронических заболеваниях [4, 7].

Особую роль в состоянии любого организма имеют заболевания печени. Основной соединительной тканью печени является коллаген. Наиболее распространенными хроническими заболеваниями печени, при которых происходит изменение состава, и в том числе, соединительной ткани, являются гепатиты (острый вирусный, сывороточный и хронический) и циррозы печени [1, 2, 3].

Циррозы печени – прогрессирующее поражение тканей органа с некрозом и дистрофией печеночных клеток, узловой регенерацией и диффузным разрастанием соединительной ткани, приводящее к пере-

стройке органа. Циррозы печени возникают после хронических гепатитов, но могут развиваться и самостоятельно, без предшествующего хронического гепатита. Они связаны с хроническими интоксикациями, инфекциями и пищевым дисбалансом, обменными нарушениями и системными заболеваниями соединительной ткани. Отличительные морфологические признаки циррозов четко выявляются лишь на ранних этапах заболевания [2, 3].

Одним из признаков заболевания печени является быстрое накопление «молодого» растворимого коллагена, который подвергается быстрому катаболизму, а затем по мере созревания становится нерастворимым [12].

Исследование фракционного состава коллагена печени дают возможность установить его наличие и проследить изменения обмена белков, механизм действия и эффективности различных применяемых препаратов.

Для диагностики патологий и заболеваний органов необходимы методики определения в живом организме структурных изменений органов по количественному содержанию коллагена для диагностики заболевания на ранней стадии. Методики должны быть легко воспроизводимые, удобные и быстрые в применении, а также давать точные результаты.

Определения коллагена может проводиться фотометрическим методом.

Описаны варианты фотометрического определения белковых структур, в том числе коллагена, на основе биуретовой реакции, а также после предварительного гидролиза и последующего проведения цветных реакций на образующиеся α -аминокислоты с нингидрином или солью нафтохинонсульфокислоты [6, 8].

Известно фотометрическое определение коллагена по аминокислотным фрагментам, обладающим восстановительными свойствами, после щелочного или кислотного гидролиза при нагревании и дальнейшей обработке реактивом Фолина-Чиокальте или последовательно сульфатом меди (2+) и этим же реактивом [10].

Для идентификации коллагена предложена реакция образования аци-нитросоли. Она основана на том, что в коллагене содержатся аминокислотные остатки с ароматическими фрагментами структуры.

В соответствии с методикой около 0,1 г коллагена помещают в пробирку, добавляют 0,5 мл 10% раствора калия нитрата в концентрированной кислоте серной, нагревают на водяной бане в течение 10 минут, охлаждают и подщелачивают 10% раствором натрия гидроксида до pH 10-12. В присутствии коллагена появляется желтое окрашивание. Открываемый минимум 200 мкг/мл.

Нормативная документация (ВФС 42-1468-84 «Коллаген сухой фармацевтический») рекомендует проводить фотометрическое определение коллагена в субстанции по аминокислотному фрагменту оксипролину после 4-часового

нагревания при 100°C в среде хлорной кислоты; последующей обработки окислителем (хлорамином Т) и *n*-диметиламинобензальдегидом при нагревании в смеси кислоты хлорной и пропанола-2 [5].

Перечисленные фотометрические методики определения коллагена в целом малоселективны, трудоемки, длительны и недостаточно воспроизводимы.

Известны способы определения коллагена методами ионообменной и адсорбционной жидкостной хроматографии [13]. Для воспроизведения данной группы методов требуется сложная и дорогостоящая аппаратура. Ряд из них характеризуется относительной длительностью выполнения.

По данным литературы имеются сведения о методиках, применяемых для определения коллагена в различных органах и биологических препаратах.

Известна, например, методика количественного определения коллагена в печени, которая состоит в том, что исследуемую ткань (печень, легкие) измельчают, обезжиривают ацетоном, высушивают в термостате до постоянной массы и проводят экстракцию нейтрально солерастворимого коллагена раствором натрия хлорида, очищают диализом, после чего отделяют в виде осадка фракцию нейтрально солерастворимого коллагена центрифугированием. Кислоторастворимую фракцию коллагена выделяют из исследуемой биологической ткани путём экстракции цитратным буфером с pH 3,6. Нерастворимая фракция коллагена остаётся в остатке, полученном после извлечения из него растворимых фракций данного вещества. Количественная оценка проводится после разрушения коллагена до аминокислотных фрагментов по оксипролину. Разрушение коллагена до оксипролина может проводиться, в частности, путём гидролиза в растворе кислоты хлороводородной 6 М в течение 3 ч при 130–135 °С. Выделенный оксипролин обрабатывают хлорамином Т и *n*-диметиламинобензальдегидом при нагревании в смеси кислоты хлорной и пропанола-2. Образующийся окрашенный раствор фотометрируют [5, 9, 10].

Согласно известной методике количественного определения коллагена в легочной ткани биоматериал растирают с кислотой трихлоруксусной (ТХУ), нагревают при 90° С, смесь центрифугируют, центрифугат подвергают фильтрованию, разводят водой, к образующемуся раствору прибавляют свежеприготовленный щелочной раствор меди сульфата. Аналогичным образом обрабатывают и стандартизуют растворы желатина для построения калибровочного графика. Спустя 10 мин прибавляют 0,5 мл разведенного реактива Фолина-Чиокальте и через 30 мин проводят фотометрирование окрашенных растворов [10].

Как свидетельствует вышеизложенное, существующие методики определения коллагена в биологическом материале трудоемки, имеют относительно невысокую чувствительность, не позволяют с доста-

точной точностью определять растворимые формы коллагена в паренхиматозных органах. Определение коллагена согласно описанным методикам характеризуется недостаточно высокой селективностью, так как проводится не по самому анализируемому веществу, а по продуктам его разложения до соединений низкомолекулярной структуры [9, 13].

Цель исследования – разработка методики определения растворимых фракций коллагена здоровой печени и печени, подвергшейся цирротическим изменениям, без предварительного гидролиза определяемого полимера.

В качестве возможного аналитического метода для определения коллагена без его предварительного разрушения рассмотрена фотометрия в видимой области спектра.

В процессе проведенных предварительных исследований нами обнаружена принципиальная возможность взаимодействия коллагена с 2,3,5,6-тетрахлорпарабензохиноном (ТХПБХ) в среде, включающей воду и гидрофильные органические растворители – ацетон и диоксан-1,4 – в соотношении 2:1:7 при комнатной температуре. При этом образуется продукт фиолетового цвета [11, 12].

Изучены условия протекания этой реакции и определены оптимальные параметры проведения процесса взаимодействия и влияние на него различных факторов. В частности, используя методы насыщения и изомолярных серий, определяли молярные соотношения, в которых взаимодействуют определяемое вещество (коллаген) и реактив (ТХПБХ).

Результаты изучения состава образующегося окрашенного продукта методом насыщения представлены в таблице 1.

В результате проведенных исследований установлено, что с каждой молекулой реагента взаимодействует участок молекулы коллагена с массой около 294 (при молярной массе коллагена равной $3,60 \cdot 10^5$).

Время, проходящее от момента смешивания компонентов реакционной массы до постоянства оптической плотности, не превышает 10 мин. Оптическая плотность образующихся окрашенных растворов устойчива не менее 1 ч.

Электронный спектр поглощения окрашенного продукта реакции коллагена с ТХПБХ представлен на рис. 1.

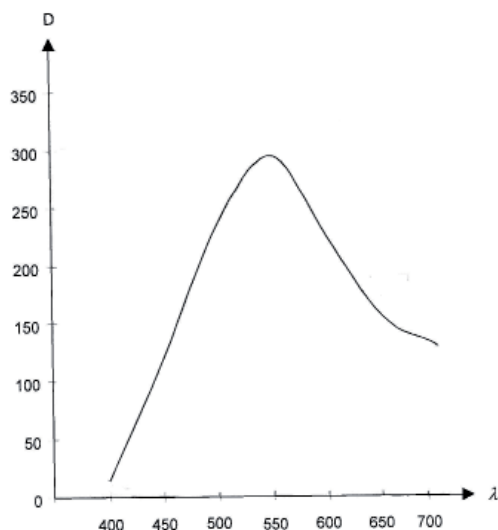


Рис. 1. Электронный спектр поглощения окрашенного продукта в оптимальных условиях проведения реакции коллагена с ТХПБХ.

Для получения спектра поглощения окрашенного продукта реакции к 0,6 мл раствора коллагена 1% приливали 0,4 мл воды очищенной, 0,1 мл реактива и 0,4 мл ацетона, 3,5 мл диоксана – 1,4. Контролем служил раствор: 1 мл воды очищенной, 0,5 мл ацетона и 3,5 мл диоксана – 1,4. Для приготовления реактива 40 мг 2,3,5,6 – тетрачлорпарабензохинона – 1,4 растворяли в 10 мл ацетона.

Электронный спектр поглощения цветореагента в смеси растворителей вода-ацетон и диоксан – 1,4 – в объемных соотношениях 2:1:7 представлен на рис. 2.

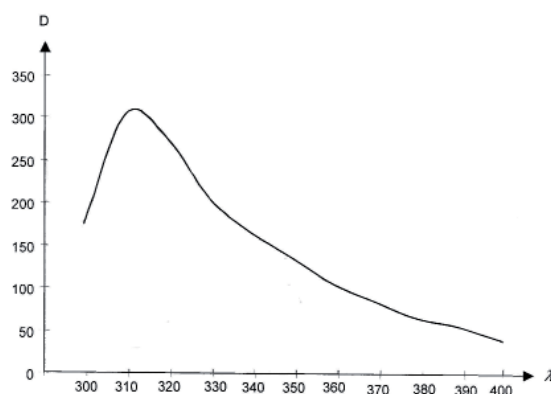


Рис. 2. Электронный спектр поглощения цветореагента в условиях проведения контрольного опыта.

Таблица 1.

Результаты изучения состава образующегося окрашенного продукта методом насыщения

№ п/п Состав	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Раствор коллагена 0,1%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вода очищенная	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Раствор ТХПБХ 0,2%	0,05	0,10	0,5	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Ацетон	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0
Диоксан	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Оптическая плотность	0,08	0,13	0,23	0,28	0,34	0,36	0,35	0,35	0,38	0,38

Для построения спектральной кривой к 0,1 мл 2,3,5,6 – тетрахлор-парабензохинона – 1,4 приливали 0,4 мл ацетона, 1 мл воды очищенной и 3,5 мл диоксана-1,4. Контролем служил раствор: к 0,5 мл ацетона приливали 1 мл воды очищенной и 3,5 мл диоксана – 1,4. Для приготовления реактива 10 мг 2,3,5,6 -тетрахлорпарабензохинона – 1,4 растворяли в 10 мл ацетона.

Сравнительное исследование электронных спектров коллагена, ТХПБХ и продукта их взаимодействия показало, что коллаген практически не поглощает в интервале длин волн 270-700 нм, а ТХПБХ имеет выраженную полосу поглощения в УФ части спектра с максимумом в области 313 нм ($\epsilon = 2540$). Полуширина данной полосы составляет около 1925 см^{-1} , фактор асимметрии не более 1,15. В спектре продукта реакции в рассматриваемом интервале длин волн обнаруживается полоса поглощения в видимой области с максимумом около 547 нм ($\epsilon = 1225$), которая отсутствует в спектрах исходных продуктов. Полуширина ее составляет около 5975 см^{-1} , фактор асимметрии - не более 0,85.

При взаимодействии коллагена с ТХПБХ, очевидно, образуется молекулярный продукт с межмолекулярным переносом заряда с атомов азота молекулы коллагена (n-донор) на углеводородные ядра молекул ТХПБХ (π-акцептор). В образовании подобного соединения значительную роль играет также электростатическое притяжение между молекулами коллагена, имеющими центры с избыточным положительным зарядом, и молекулами ТХПБХ, несущими избыточный отрицательный заряд.

На основании данной реакции разработана методика фотометрического определения коллагена в субстанции. Методика состоит в том, что около 0,025 г (точная навеска) коллагена, предварительно высушенного до постоянной массы в присутствии водоотнимающего средства (кристаллический NaOH) в эксикаторе при 20-22°C, растворяют в 20 мл воды в мерной колбе вместимостью 25 мл при 42-44°C в течение 2 ч. Полученный раствор охлаждают до комнатной температуры и разбавляют водой до метки. 0,6 мл полученного раствора вносят в пробирку, прибавляют 0,4 мл воды и 0,5 мл 0,4%-ного раствора ТХПБХ в ацетоне. Содержимое пробирки перемешивают и через 10 мин фотометрируют образующийся окрашенный раствор на спектрофотометре СФ-46 при 547 нм ($I = 1 \text{ см}$) относительно раствора контрольного опыта. Содержание коллагена определяют по уравнению градуировочного графика, которое в данном случае имеет вид: $A = 0,00441 \cdot C - 0,02405$, где A – оптическая плотность, C – концентрация коллагена (мкг в 1 мл фотометрируемого раствора).

Основной закон светопоглощения соблюдается в интервале концентраций коллагена 20-200 мкг в 1 мл фотометрируемого раствора.

При определении коллагена в субстанции ($n=8$; $P=0,95$) по разработанной методике доверительный интервал составил $99,8 \pm 0,6\%$ при относительном стандартном отклонении 0,0023 [13]. Эти же значения при использовании методики, рекомендуемой нормативной документацией [5], равны соответственно $99,9 \pm 2,2\%$ и 0,0091.

Как свидетельствуют полученные данные, предлагаемая методика характеризуется простотой, хорошей воспроизводимостью и правильностью, не требует использования сложной и дорогостоящей аппаратуры.

Предлагаемый вариант определения коллагена, в отличие от известных методик, не предусматривает разрушение в жестких условиях структуры коллагена до более низкомолекулярных фрагментов, поэтому сокращает продолжительность определения и повышает его точность.

На основе предлагаемой хромогенной реакции разработана методика количественной оценки содержания различных фракций коллагена в здоровой и цирротической печени. Выделение фракций коллагена из биологических тканей осуществляли в соответствии с ранее описанными методиками [9, 10, 12].

Разработанная методика состоит в том, что исследуемую биологическую ткань измельчают и три раза по 30 минут обезжиривают ацетоном, высушивают в термостате при 35°C до постоянной массы. Ацетоновые порошки ткани печени можно хранить 1 год. Далее проводят экстракцию нейтрально-солерастворимого коллагена. Для этого берут сухую обезжиренную ткань (20 мг), встряхивают с 5 мл раствора натрия хлорида 0,5 М 45 мин и оставляют в холодильнике на ночь. На следующий день пробы центрифугируют 40 мин при 4°C и 5000 об/мин, надосадочную жидкость переносят в целлофановые мешочки и диализируют в воду очищенную. Через 24 часа диализат тщательно переносят в пробирки с притертыми пробками на 15-20 мл и центрифугируют 30 мин. при 2500 об/мин. Надосадочную жидкость удаляют, а осадок коллагена гидролизуют. Пробы можно оставлять в холодильнике 2-3 дня при 4°C до последующей совместной обработки с другими фракциями. Затем проводят экстракцию кислотнорастворимого коллагена. Ткань, оставшуюся после выделения нейтрально-солерастворимого коллагена, реэкстрагировали раствором цитратного буфера 0,5 М при pH 3,6. Условия экстракции и диализа для первой фракции оптимальны также и для выделения кислотнорастворимого коллагена, объем растворителя увеличивают в 2 раза. Ткань, оставшаяся после второй экстракции, содержит нерастворимый коллаген [9, 10]. После получения трех фракций коллагена проводят фотометрическое определение коллагена в различных его фракциях фотометрическим методом на основе разработанной цветной реакции с ТХПБХ в гидрофильной среде.

Таблица 2.

Фракционный состав коллагена здоровой и цирротической печени (n=5; P=0,95)

Найдено коллагена, мг на 100 г сухой ткани					
Нейтрально-растворимый		Кислотно-растворимый		Нерастворимый	
Предлагаемый способ	Известный способ	Предлагаемый способ	Известный способ	Предлагаемый способ	Известный способ
Здоровая печень					
$\bar{x}=17,21$ $S=0,97$ $S_x=0,43$ $\Delta \bar{x}=1,20$	$\bar{x}=17,68$ $S=3,33$ $S_x=1,49$ $\Delta \bar{x}=4,13$	$\bar{x}=146,15$ $S=10,52$ $S_x=4,70$ $\Delta \bar{x}=13,07$	$\bar{x}=144,45$ $S=2,09$ $S_x=9,37$ $\Delta \bar{x}=26,04$	$\bar{x}=24,72$ $S=1,12$ $S_x=0,50$ $\Delta \bar{x}=1,39$	$\bar{x}=23,51$ $S=3,73$ $S_x=1,67$ $\Delta \bar{x}=4,64$
Цирротическая печень					
$\bar{x}=56,02$ $S=3,46$ $S_x=1,59$ $\Delta \bar{x}=4,31$	$\bar{x}=54,89$ $S=8,19$ $S_x=3,66$ $\Delta \bar{x}=10,18$	$\bar{x}=220,2$ $S=9,04$ $S_x=4,05$ $\Delta \bar{x}=11,25$	$\bar{x}=223,15$ $S=25,77$ $S_x=11,53$ $\Delta \bar{x}=32,04$	$\bar{x}=99,11$ $S=2,76$ $S_x=1,24$ $\Delta \bar{x}=3,44$	$\bar{x}=97,76$ $S=10,92$ $S_x=4,88$ $\Delta \bar{x}=13,58$

Результаты количественного определения фракций коллагена в здоровой и цирротической печени с помощью предлагаемой методики в сравнении с известной, предусматривающей определение по оксипролину, представлены в таблице 2.

Полученные результаты свидетельствуют, что содержание нейтрально-растворимой и нерастворимой фракций коллагена в ткани цирротической печени в 3-4 раза превышает содержание этих фракций в здоровом органе. В печёночной ткани,

подвергшейся цирротическим изменениям, также увеличивается содержание кислотно-растворимой фракции.

Таким образом, предлагаемая методика сопоставима с известной и позволяет дифференцировать изменения в соединительной ткани печени, характеризующие исследуемую патологию. Она может являться важным диагностическим инструментом для констатации наличия цирротических изменений в печени.

Библиографический список

1. Блюгер А.Ф. Клинические проблемы хронического гепатита // Клин. медицина. 1980. № 9. С. 16-23.
2. Блюгер А.Ф. Хронические диффузные заболевания печени / А.Ф. Блюгер, Э.З. Крупникова // Клин. медицина. 1984. № 11. С. 120-125.
3. Шерлок Ш., Дули Дж. Заболевания печени и желчных путей / Ш.Шерлок, Дж. Дули. М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. 864 с.
4. Бучинский Г.И. Клиническая гастроэнтерология. Киев: Здоровье, 1978. С. 345-370.
5. Истранова Е.В. Фармацевтический анализ препаратов на основе коллагена / Е.В. Истранова, Л.П. Истранов, С.В. Грищенко // Фармация. 1986. Т. 35, № 2. С. 22-24.
6. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. М.: Химия, 1975. 360 с.
7. Нестеров А. И. Клиника коллагеновых болезней / А. И. Нестеров, Я. А. Сигидин М.: Медицина, 1966. 482 с.
8. Полюдек-Фабини Р. Органический анализ / Р. Полюдек-Фабини, Т.Бейрих. Л.: Химия, 1981. 624 с.
9. Прошина Л.Я. Вопросы медицинской химии / Л.Я. Прошина, М.Н. Приваленко. М.: Медицина, 1982.-Т. 28. № 1. С. 115-118.
10. Слуцкий Л.И. Вопросы медицинской химии / Л.И. Слуцкий, И.И. Шелекетина. М.: Медицина, 1959. Т. 5. № 6. С. 466-468.
11. Шорманов В.К., G 01 21/78. Способ определения коллагена / Шорманов В.К., Новикова Л.С, Беляева Г.В. и др. (Курск. гос. мед. ун-т). №2169955. Бюл. изобретений.-2001.-№ 18.
12. Шорманов В.К., Определение фракционного состава коллагена ткани печени как диагностического признака цирротических изменений/ В.К.Шорманов, Л.С.Новикова, Г.В.Беляева и др. // Матер. X международной конфер. «Медико-социальная экология личности: состояние и перспективы». Минск, 2012. С. 224-226.
13. Шорманов В.К. Фотометрическое определение коллагена / В.К.Шорманов, Г.Г. Булатников // Журнал аналитической химии. 2006. Т. 61, № 4. С. 351-355.
14. Di Lullo B. Mapping the Ligand-binding Sites and Disease-associated Mutations on the Most Abundant Protein in the Human, Type I Collagen / B. Di Lullo, A. Gloria, // J. Biol. Chem.-2002.-Vol. 277, N 6.-P. 4223-4231.
15. Franzke, C.W. Collagenous transmembrane proteins: recent insights into biology and pathology / C.W. Franzke, P. Bruckner, L.Bruckner-Tuderman // J. Biol. Chem.- 2005.-Vol. 280, N 6.-3. 4005-4008.
16. Hoppe, H.J. Collectins-soluble proteins containing collagenous regions and lectin domains--and their roles in innate immunity / H.J. Hoppe, K.B. Reid // Protein Sci.- 1994.-Vol. 3, N 8.-P. 1143-1158.

References

1. Blyuger, A.F. Clinical problems of chronic hepatitis B / A.F. Blyuger // Clinical medicine.- 1980.- № 9. - P. 16-23.
 2. Blyuger, A.F. Chronic diffusive liver diseases / A.F. Blyuger, E.Z. Krupnikova // Clinical medicine.- 1984.- № 11.- P. 120-125.
 3. Sherlock S., Dooley J. Diseases of the liver and biliary tract / S.Sherlok, J. Dooley. - Moscow: GEOTAR Medicine, 1999.-864 p.
 4. Buchinsky, G.I. Clinical Gastroenterology / G.I. Buchinsky. - Kiev: Health, 1978.-P. 345-370.
 5. Istranova, E.V. Analysis of pharmaceutical products based on collagen / E.V. Istranova, L.P. Istranov, S.V.Grischenko // Farmacy.- 1986.- V. 35, № 2. - P. 22-24.
 6. Korenman, I.M. Photometric analysis. Methods for determination of organic compounds / I.M.Korenman. - Moscow: Chemistry, 1975.- 360 p.
 7. Nesterov, A.I. Clinic of collagen diseases / A.I. Nesterov, Y.A. Sigidin - Moscow, Medicine, 1966. - 482 p.
 8. Polyudek-Fabinho, R. Organic analysis / R. Polyudek-Fabinho, T.Beyrih. - L.: Chemistry, 1981.- 624 p.
 9. Proshina, L.Y. Problems of Medical Chemistry / L.Y. Proshina, M.N. Privalenko.- Moscow: Medicine, 1982.- V. 28.- № 1.- P. 115-118.
 10. Slutsky, L.I. Problems of Medical Chemistry / L.I.Slutsky, I.I. Sheleketina.- Moscow: Medicine, 1959.- V. 5.- № 6.- P. 466-468.
 11. Shormanov V.K., G 01 21/78. A method for determining collagen / Shormanov V.K., Novikova L.S., Belyaeva G.V. and others (Kursk State Medical Univ.) - № 2169955. Bulletin of inventions.- 2001.- № 18.
 12. Shormanov V.K., Determination of fractional composition of collagen of the liver tissue as a diagnostic sign of cirrhotic changes / V.K. Shormanov, L.S.Novikova, G.V.Belyaeva, etc. // Proceedings of the tenth international conference "Medical and Social Ecology of Personality : Status and prospects"- Minsk, 2012.- P. 224-226.
 13. Shormanov, V.K. Photometric determination of collagen / V.K. Shormanov, G.G. Bulatnikov // Journal of Analytical Chemistry.- 2006.- T. 61, № 4.- P. 351-355.
 14. Di Lullo B. Mapping the Ligand-binding Sites and Disease-associated Mutations on the Most Abundant Protein in the Human, Type I Collagen / B. Di Lullo, A.Gloria, // J. Biol. Chem.-2002.-Vol. 277, N 6.-P. 4223-4231.
 15. Franzke, C.W. Collagenous transmembrane proteins: recent insights into biology and pathology / C.W. Franzke, P. Bruckner, L.Bruckner-Tuderman // J. Biol. Chem.- 2005.-Vol. 280, N 6.-3. 4005-4008.
 16. Hoppe, H.J. Collectins-soluble proteins containing collagenous regions and lectin domains--and their roles in innate immunity / H.J. Hoppe, K.B. Reid // Protein Sci.- 1994.-Vol. 3, N 8.-P. 1143-1158.
-

УДК 784.6

UDC 784.6

В.А. ВЛАДИМИРОВА

аспирант кафедры экономической и социальной географии
Курского государственного университета
E-mail: Busik7700@mail.ru

V.A. VLADIMIROVA

graduate student of chair of economic and social geography
Kursk state university
E-mail: Busik7700@mail.ru

МУЗЫКАЛЬНО-ФОЛЬКЛОРНЫЕ ТРАДИЦИИ И ИХ МЕСТО В ГЕОКУЛЬТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

MUSICAL FOLK TRADITIONS AND ITS PLACE IN A CULTURAL SPACE

В данной статье представлены результаты географического исследования музыкально-фольклорных традиций (МФТ): обосновано их изучение в современной географической науке, определено место МФТ в геокультурном пространстве, дано определение МФТ с позиции географии

Ключевые слова: геокультурное пространство (ГКП), историко-культурное наследие, музыкальный фольклор, музыкально-фольклорные традиции (МФТ).

The results of geographical researches of musical folk traditions are represented in this article (MFT): its studies in a modern geographical science have been proved, the place of MFT in a cultural space is defined, the notion of MFT is given from geographical side for the first time.

Keywords: Cultural space (CS), historical-cultural heritage, musical folk, musical folk traditions (MFT).

В современных условиях, когда глобализационные процессы уже затронули практически все сферы жизнедеятельности общества, включая духовную, очень остро стоит вопрос о кризисе национальной идентичности, унификации национально-культурной самобытности, стандартизации традиционной культуры, опасности исчезновения локальных культурных (духовных) ценностей, историко-культурного наследия народов. Поэтому проблема возрождения и сохранения традиций, их дальнейшего развития и активного использования обществом приобретает особый характер. В связи с этим тема исследования музыкально-фольклорных традиций в региональном аспекте является очень актуальной.

«Пространство» и «время» были и остаются объектом интереса и исследований многих научных областей знания, среди которых и география. Ведь именно в пространстве и во времени разворачивается жизнь любого общества, протекают сложные геокультурные процессы (пространственно-временные проявления культурогенеза).

В географической науке сложилось свое представление о географическом пространстве и времени. Одними из первых, кто обратился в нашей стране к этим понятиям, были такие отечественные географы, как Ю.Г. Саушкин, В.М. Гохман, Э.Б. Алаев, Б.Б. Родоман и другие. Большой вклад в исследование «географического пространства» и «географического времени» внесли А.Н. Трофимов, А.И. Чистобаев и М.Д. Шарыгин. Ряд ученых понимают под географическим пространством совокупность физических взаимодействий между геообразованиями, проявляющихся в виде сложного взаимодействия, пересечения и наложения на различных уровнях геосистем и

геоструктур [9, с. 12], другие же рассматривают его как собственное пространство географических объектов [10].

Согласно Э.Б. Алаеву: «географическое пространство (геопространство) – совокупность отношений между геообъектами, расположенными на конкретной территории (геотерритории) и развивающимися во времени» [1, с. 100].

По мнению А.Н. Трофимова, А.И. Чистобаева и М.Д. Шарыгина, географическое пространство представляет собой «совокупность физических отношений между географическими объектами или их формальными аналогами – географическими системами. Наложение, взаимодействие и пересечение на различных пространственных уровнях географических систем и образуют географическое пространство» [9, с. 12].

С развитием географии культуры приоритетным стало изучение пространственных закономерностей культуры. Культура тесно связана с обществом, его жизнью и деятельностью, с условиями и географическими образами той территории, на которой происходит ее формирование и развитие. Культура представляет собой «полный комплекс всех явлений, возникших в ходе развития человечества в его недрах и в контакте его с природой...» [12, с. 11]. Оказывая влияние на все сферы человеческого бытия, культура формирует вокруг человека особую среду – культурное пространство, которое представляет человеку возможность перехода от одиночного бытия к общественному. Социум всегда находится в пространстве культуры, формирование которого возможно только при наличии смысла.

В географии культуры в качестве фундамен-

тального понятия используется «геокультурное пространство» (ГКП). В отечественной науке сложились различные толкования ГКП. Д.Н. Замятин определяет его как систему устойчивых культурных реалий и представлений на определенной территории, формирующихся в результате взаимодействия различных вероисповеданий, традиций и норм, ценностных установок, структур восприятия — то есть картин мира [5].

А.Г. Дружинин рассматривает ГКП как «инвариант» [40], а Е.Н. Соколова как «тип геопространства» [8]. Проанализировав представления о ГКП, мы остановимся на определении, данном Е.Н. Соколовой, рассматривающей геокультурное пространство как интегральную природно-общественную систему, в которой взаимодействуют природные и геокультурные геосистемы. При этом под геокультурной системой мы понимаем геосистему, состоящую из совокупности взаимодействующих геокультурных общностей людей и элементов антропогенного (искусственного) происхождения.

Согласно А.Г. Дружинину, в ГКП можно выделить такие элементы, как «геокультурный субстрат» — антропогенезированные природно-территориальные комплексы (культурные ландшафты), геоэтнокультурные системы и иные формы территориальной организации культуры. В числе последних В.В. Подколзин и Н.Н. Воробьева в своей монографии [7] рассматривают историко-культурное наследие (ИКН) и дают следующее определение: «ИКН — это территориальное сочетание памятников истории, культуры и природы, имеющих особую ценность (образовательную, репродуктивную, эстетическую и др.) для мира, страны, региона, тесно взаимосвязанных с живой жизнью народа, в контексте культуры определенного этноса (или в контексте определенной культуры)» [7, с. 21]. Так В.В. Подколзин и Н.Н. Воробьева представляют историко-культурное наследие как особую подсистему в ГКП, в которой каждому объекту наследия в развитии территории отводится определенная роль, в совокупности же они оказывают влияние на формирование геокультурного пространства [7, с. 21].

В статье 3 «Основ Законодательства Российской Федерации о культуре» от 9 октября 1992 года дается следующее определение ИКН: «Культурное наследие народов Российской Федерации — материальные и духовные ценности, созданные в прошлом, а также памятники и историко-культурные территории и объекты, значимые для сохранения и развития самобытности Российской Федерации и всех ее народов, их вклада в мировую цивилизацию» [4, с. 33]. Важнейшей составляющей историко-культурного наследия является традиционная музыкальная культура — неотъемлемая часть духовных ценностей общества. На это обратила особое внимание прошедшая в 1989 г. с 17 октября по 16 ноября в Париже Генеральная конференция ООН по вопросам образования, науки и культуры. В частности отмечалось,

что фольклор (в том числе и музыкальный) является не только частью общего наследия человечества, но и мощным фактором сближения различных народов, социальных групп и утверждения их культурной самобытности [2, с. 20].

Исходя из этого, целесообразно рассматривать музыкально-фольклорные традиции (МФТ) в геокультурном пространстве как часть ИКН.

Согласно генетическому критерию народным можно называть все то, что возникло и принадлежит общественному слою и передается в его пределах по традиции. В науке для обозначения народной музыки принято использовать термин — фольклор, что в переводе с английского языка означает «народная мудрость». Впервые данный термин был предложен В.И. Томсом в 1846 году для обозначения духовной культуры народа. Как важнейшая составляющая духовной культуры этноса (геоэтнокультурной системы), музыкальный фольклор отражает его своеобразие и уникальность. Народное музыкальное творчество можно изучать в рамках единой (всеобщей) музыкальной культуры, однако целесообразнее всего его рассматривать в составе традиционной (народной) культуры, частью которой оно и является.

Традиционная музыкальная культура (музыкальный фольклор) относится к особому типу культуры, который французский этнограф и культуролог Клод Леви-Строс во второй половине XX века обозначил как «холодный» [6, с. 6]. К данному типу причисляются все традиционные культуры, сложившиеся у различных этносов на первоначальном этапе развития. Основу такой культуры составляет устойчивая система мифологических представлений об окружающей действительности. Она постоянно ориентируется на традиционный опыт и систему ценностей, сложившихся веками в результате особого уклада жизни человека традиционного общества.

Важнейшая особенность народного музыкального творчества — устная форма его бытования. Создаваясь в глубокой древности, музыкально-фольклорные произведения передавались от одного поколения к другому из уст в уста. Следовательно, определяющим критерием народной музыки является традиционность. Среди специфических черт музыкального фольклора отмечается также коллективность творческого процесса, порождающая многовариантность музыкальных творений. Произведения народного музыкального творчества бифункциональны: — они выполняют как прикладную (утилитарную) так и эстетическую (художественную), функции и тесно связаны со всей традиционной культурой.

Являясь исторической памятью народа (этноса), музыкальный фольклор отражает его менталитет, мировоззрение, опыт, традиции. Особенности традиционной музыкальной культуры раскрывают также социальное и культурное взаимоотношение различных исторически сложившихся территориальных общностей в пространстве и времени. Исходя

из этого, музыкально-фольклорные традиции достаточно территориальны и их необходимо изучать в пространственно-временном аспекте. В таком случае, МФТ выступают в качестве одного из составных связующих элементов ГКП.

Являясь продуктом человеческой деятельности, народное музыкальное творчество неразрывно связано с обществом, оно существует до тех пор, пока существуют его создатели и носители. Ведь именно в процессе длительного коллективного творчества и общения людей происходило его формирование и развитие. Существовая в конкретных территориальных границах, МФТ реагируют на изменения исторических условий и жизни определенной исторической общности. Таким образом, МФТ подчиняются законам территориальной организации общества.

Важной особенностью музыкального фольклора является природная локальность. Территориальное многообразие МФТ обусловлено природными, историческими, экономическими и рядом других факторов, которые в процессе исторического развития способствовали культурной интеграции людей и обособлению их народного творчества на определенной территории. Немаловажная роль в этом отводится административно-территориальным изменениям, которые оказывали непосредственное влияние на формирование культурно-территориальных общностей (КТО). Понятие «культурно-территориальная общность» в географию культуры ввел А.Г. Дружинин. Так он называет различные группы населения, локализованные в пространстве и отличающиеся между собой специфическими, «имманентными им» [3, с. 58] культурными особенностями.

Исходя из этого, формирование локальных вариантов МФТ происходило в течение длительного совместного проживания культурно-территориальных общностей (КТО), ориентированных на общие культурные, морально-этические нормы и решение единых хозяйственных задач [11, с. 84]. Так, среди определенных групп населения существуют свои традиции, основанные на их эстетических представлениях, мировоззрении, способах деятельности и т. д., представляющие для них особую ценность и объединяющие их в отдельные этнические группы. Следовательно, МФТ в геокультурном пространстве следует изучать в пределах определенной культурно-территориальной общности.

В.В. Подколзин и Н.В. Воробьева подчеркивают, что геокультурные процессы определяют дифференциацию внутри культурно-территориальной общности (КТО) на современную (живую) культуру и на историко-культурное наследие [7, с. 19].

Музыкальное традиционно-культурное наследие охватывает различные по содержанию и художественным особенностям музыкальные жанры – народные песни, наигрыши на традиционных музыкальных инструментах, различные формы народной хореографии. Созданные в разное время и исполняемые различными социальными и сословны-

ми группами (крестьянами, отходниками на промыслы, солдатами, привилегированными сословиями и т. д.), одни музыкальные произведения долго оставались в памяти народной и, несмотря на все исторические перемены, продолжают существовать и в настоящее время в жизни людей, другие, не справляясь с требованиями нового времени, забывались и исчезали. Можно отметить еще и такие музыкально-фольклорные произведения (песни, пляски, хороводы), которые, оказываясь невостребованными в современном обществе, остаются жить лишь в памяти самих носителей культурной традиции. Это в основном люди пожилого возраста, выросшие в условиях традиционного быта, в прошлом активные песельники и плясуны или же перенявшие традиции от своих родителей.

Таким образом, все элементы традиционной музыкальной культуры, находящиеся в настоящее время в живом бытовании и практически повседневно участвующие в современной жизнедеятельности общества, можно отнести к активной части наследия. Именно они составляют основу традиционных праздников, репертуара современных фольклорных исполнителей и коллективов, служат оформлением народных праздников и возрождающихся в настоящее время традиционных ярмарок, являются объектом изучения в музыкальных учебных заведениях и т.д.

Однако, к сожалению, в современном глобализирующемся мире истинные традиционные произведения под воздействием современной культуры подвергаются значительной трансформации и стилизации. Ввиду этого, огромную ценность представляют в первую очередь аутентичные фольклорные коллективы, особенно сельские, состоящие из носителей самой традиции существующей именно в данном селении или же регионе и продолжающие их. А во вторую – коллективы (взрослые и детские), следующие определенной традиции, находящиеся в непосредственной связи с ее носителями, основу репертуара которых составляют аутентичные музыкальные произведения.

Музыкально-фольклорные произведения, сохранившиеся в различных записях (летописях, этнографических и фольклорных сборниках, архивах, экспедиционных записях и т. д.), а также в живой памяти людей (носителей), можно отнести к невостребованным элементам культурного наследия. Но необходимо отметить, что в настоящее время на фоне постоянно усиливающегося интереса к своим культурным корням, к стремлению сохранению своего национального самосознания, части музыкальных традиций, представляющих собой историко-культурную память, могут вновь возродиться и стать элементами живой культуры. В частности этому может способствовать активная собирательная экспедиционная деятельность продуцирующих фольклорных коллективов, фольклористов, учебных заведений и простых любителей, активно пропагандирующих музыкально-фольклорные традиции. Следовательно,

можно сделать вывод, что музыкально-фольклорное наследие – довольно динамичная система, тесным образом связанная с живой культурой.

На основании имеющихся представлений о традиционной музыкальной культуре автором выбирается в качестве основного – понятие «музыкально-фольклорные традиции» (МФТ) и предлагается следующее определение. МФТ – это совокупность жанров музыкального фольклора, особенностей исполнительской манеры, традиционного музыкального инструментария, представленные на определенной территории, характерные для определенной этнической группы, тесно связанные с ее жизнью и деятельностью и имеющие особую ценность для страны, региона и т.д.

Географическое изучение МФТ позволяет не только выделить из единого геокультурного пространства территориальные различия в традиционной музыкальной культуре, но и проследить

историческое развитие территории, выявить этногенетические и территориальные особенности формирования населения.

Кроме того, музыкально-фольклорные традиции можно рассматривать как потенциал регионального развития. Оказывая влияние на компонентную структуру конкретной территории, МФТ способны не только благоприятно сказаться на культурном развитии территориальных общностей, но и, вовлекаясь в социально-культурную сферу, они могут улучшить социально-экономическую ситуацию в регионе. Немаловажная роль в этом процессе отводится культурному туризму, основу которого составляет историко-культурный потенциал, включающий в себя всю социокультурную сферу. Являясь одним из важнейших культурных факторов, МФТ в силу своей уникальности могут служить важнейшим средством расширения ресурсов для привлечения туристских потоков.

Библиографический список

1. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М., 1983. 350 с.
2. Быканова Т.И. Рекомендации ЮНЕСКО о сохранении фольклора. Роль народной культуры в духовном возрождении России: Сборник докладов 1-й научно-практической конференции. Курск, 1995. С. 20 – 29.
3. Дружинин А.Г. Теоретические основы географии культуры. Ростов-наДону: Из-во СКНЦ ВШ, 1999. 114 с.
4. Закон РФ «Основы Законодательства Российской Федерации о культуре» // Ведомости съезда народных депутатов РФ. 1992. № 46. С. 33 – 89.
5. Замятин Д.Н. Моделирование географических образов: Пространство гуманитарной географии. Смоленск: Ойкумена, 1999. 256 с.
6. Камаев А.Ф. Народное музыкальное творчество: Учеб. Пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Академия, 2005. 304 с.
7. Подколзин В.В., Воробьева Н.В. Историко-культурное наследие Липецкой области: Монография / Под ред. Проф. А.И. Чистобаева. Воронежский госпедуниверситет, 2003. 120 с.
8. Соколова Е.Н. Ландшафтный анализ геокультурного пространства Вологодской области: Автореф. дис... к.г.н. СПб., 1997.
9. Трофимов А.Н., Чистобаев А.И., Шарыгин М.Д. Теория организации пространства. Сообщение I. Географическое пространство-время и структура геообразований // Известия РГО, 1993. – Т. 125. Вып. 2. С. 10 – 19.
10. Шарыгин М.Д. Основные проблемы экономической и социальной географии: Уч. пос. по спецкурсу. Пермь, 1997. 272 с.
11. Щуров В.М. Стилевые основы русской народной музыки. М.: Московская государственная консерватория, 1998. 464 с., с нот.
12. Moszynski K. Czlowiek – Wstep do Etnologii I Etnografii. Krakow – Warszawa, 1958, s. 11.

References

1. Alayev E.B. Social and economic geography: Conceptual and terminological dictionary. M, 1983. 350 pages.
2. Bykanova T.I. UNESCO recommendations about folklore preservation//a role of national culture in spiritual revival of Russia: Collection of reports of the 1st scientific and practical conference. Kursk, 1995. Page 20 – 29.
3. Druzhinin A.G. Theoretical bases of geography of culture. Rostov-nadonu: SKNTs VSh publishing house, 1999. 114 pages.
4. The act of the Russian Federation “Bases of the Legislation of the Russian Federation about culture”//Sheets of congress of People’s Deputies of the Russian Federation. 1992. – No. 46. Page 33 – 89.
5. Zamyatin D. N. Modeling of geographical images: Space of humanitarian geography. Smolensk: Oykumena, 1999. 256 pages.
6. Kamayev A.F. National musical creativity: Studies. Grant for the student. высш. пед. studies. institutions. M: Academy, 2005. 304 pages.
7. Podkolzin V. V., Vorobyov N. V. Historical and cultural heritage of the Lipetsk region: The monograph / Under the editorship of Prof. A.I.Chistobayev. Voronezh state teachers training university, 2003. 120 pages.
8. Sokolova E.N. Landscape analysis of geocultural space of the Vologda region: Avtoref. yew ... к.г.н. SPb. 1997.
9. Trofimov A.N. Chistobayev A.I. Sharygin M. D. Theory of the organization of space. Message of I. Geographical

space time and structure of geoeconomics//RGO News, 1993. – Т. 125 . Вып. 2 . Page 10 – 19.

10. *Sharygin M. D.* Main problems of economic and social geography: Уч. the settlement on a special course. Perm, 1997. 272 pages.
11. *Shchurov V. M.* Style bases of the Russian folk music. M: Moscow state conservatory, 1998. 464 pages, from notes.
12. *Moszynski K.* Czlowiek – Wstep do Etnologii I Etnografii. Krakow – Warszawa, 1958, s. 11 .

УДК: 930.1(470.315)

UDC 930.1(470.315)

Т.А. КРАСНИЦКАЯ

кандидат исторических наук, доцент кафедры отечественной и зарубежной истории Ивановского государственного университета

Д.С. МАРКОВ

кандидат педагогических наук, доцент кафедры географии и методики обучения Ивановского государственного университета

E-mail: sgpu@mail.ru

T.A. KRASNITSKAYA

candidate of historical sciences, associate professor of national and foreign history of Ivanovskoye of the state university

D. S. MARKOV

candidate of pedagogical sciences, associate professor of geography and technique of training of Ivanovskoye of the state university

E-mail: sgpu@mail.ru

**ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ЦЕРКОВНЫЕ ШКОЛЫ ШУЙСКОГО УЕЗДА
ВЛАДИМИРСКОЙ ГУБЕРНИИ XIX-НАЧАЛА XX ВВ.»***

**GEOINFORMATION SYSTEM CHURCH SCHOOL OF THE SHUYA DISTRICT
OF THE VLADIMIR PROVINCE XIX-EARLY XX CENTURIES**

Приведены результаты изучения церковных школ Шуйского уезда Владимирской губернии XIX-начала XX вв. с использованием методов геоинформатики. Показан метод создания тематической исторической геоинформационной системы. Охарактеризованы функциональные возможности геоинформационных систем по сбору, хранению, анализу и визуализации пространственной и атрибутивной историко-географической информации. Проведен пространственный анализ распределения церковных школ на территории уезда.

Ключевые слова: церковные школы, Шуйский уезд, геоинформационные системы, база данных, пространственный анализ.

The results of the study of church schools of the Shuya district of the Vladimir province XIX-early XX centuries using the methods of geoinformatics. Shows how to create a thematic historical geographic information system. We characterize the capabilities of geographic information systems for the collection, storage, analysis and visualization of spatial and attribute the historical and geographical information. An analysis of the spatial distribution of church schools in the territory of the district.

Keywords: church schools, Shuya district, geographic information systems, database, spatial analysis.

Введение

Во второй половине 90-х годов XX века в исторические исследования стали активно внедряться методы геоинформационных систем (ГИС) [12]. Они позволили расширить возможности использования исторической информации. В общем виде современные ГИС представляют собой программно-аппаратный комплекс для сбора, проверки, хранения, интеграции, манипуляции, анализа и визуализации пространственной и связанной с ней атрибутивной информации [13], которая является неотъемлемой частью исторического исследова-

ния [10]. Принципиальным отличием ГИС от всех других видов информационных технологий является возможность интеграции графической (цифровые карты) и атрибутивной информации (электронные таблицы). При этом все данные, введенные в ГИС, имеют географическую привязку к системе координат, что позволяет проводить весь спектр работ по анализу пространственного распространения показателей. В исторических исследованиях ГИС позволяют эффективно создавать базы данных (представленные в объективной форме совокупности самостоятельных материалов, систематизированные таким образом,

* НИР выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью компьютера). В 2011 г. на основе использования ГИС была разработана база данных «Церковные школы Шуйского уезда Владимирской губернии. XIX-начало XX вв.». В качестве объекта исследования выбраны церковные школы, которые в XIX-начале XX вв. играли большую роль в просвещении населения и выполняли ряд социальных функции [9]. Целью настоящей работы является определение возможностей использования методов и моделей, реализуемых в ГИС, для проведения пространственного анализа распределения церковных школ по территории Шуйского уезда Владимирской губернии XIX-начала XX вв. и составления тематической базы данных.

Методы и материалы

Исходными материалами для составления тематической ГИС «Церковные школы Шуйского уезда Владимирской губернии. XIX-начало XX вв.» послужили: топографическая карта Владимирской губернии (с указанием широт и долгот) 1855 г. – масштаб в 1 дюйме 1 верста (в 1 см 420 м), составленная под руководством А.И. Менде; Карта Шуйского уезда Владимирской губернии 1900 г. – масштаб в 1 дюйме 4 версты (в 1 см 1680 м); топографическая

карта Ивановской области – масштаб в 1 см 2 км, а также данные дистанционного зондирования Земли Landsat 7 ETM+ с пространственным разрешением 15 м. Представленная в базе данных ГИС информация имеет географическую привязку в системе координат Pulkovo_1942_GK_Zone_7N (линейная единица измерения – метры). Топографическая основа уточнялась в ходе проведения полевых исследований. Основные работы были выполнены с использованием встроенных средств ArcGIS ArcView 10.0 и QGIS 1.7, которые позволили осуществить весь спектр работ по созданию ГИС (от проектирования до публикации картографических материалов). Атрибутивные таблицы по каждой церковной школе заполнялись по результатам работы с архивными материалами и включали следующие поля: порядковый номер, название школы, время создания, педагогический состав, попечители, средства содержания и дополнительные сведения.

Создание базы данных осуществлялось по следующему алгоритму. (рис. 1).

1. Определение плана работ.
2. Сбор первичной информации (работа в архивах, фондах, библиотеках и др.).
3. Регистрация растрового изображения (топографической карты А. Менде и др.).

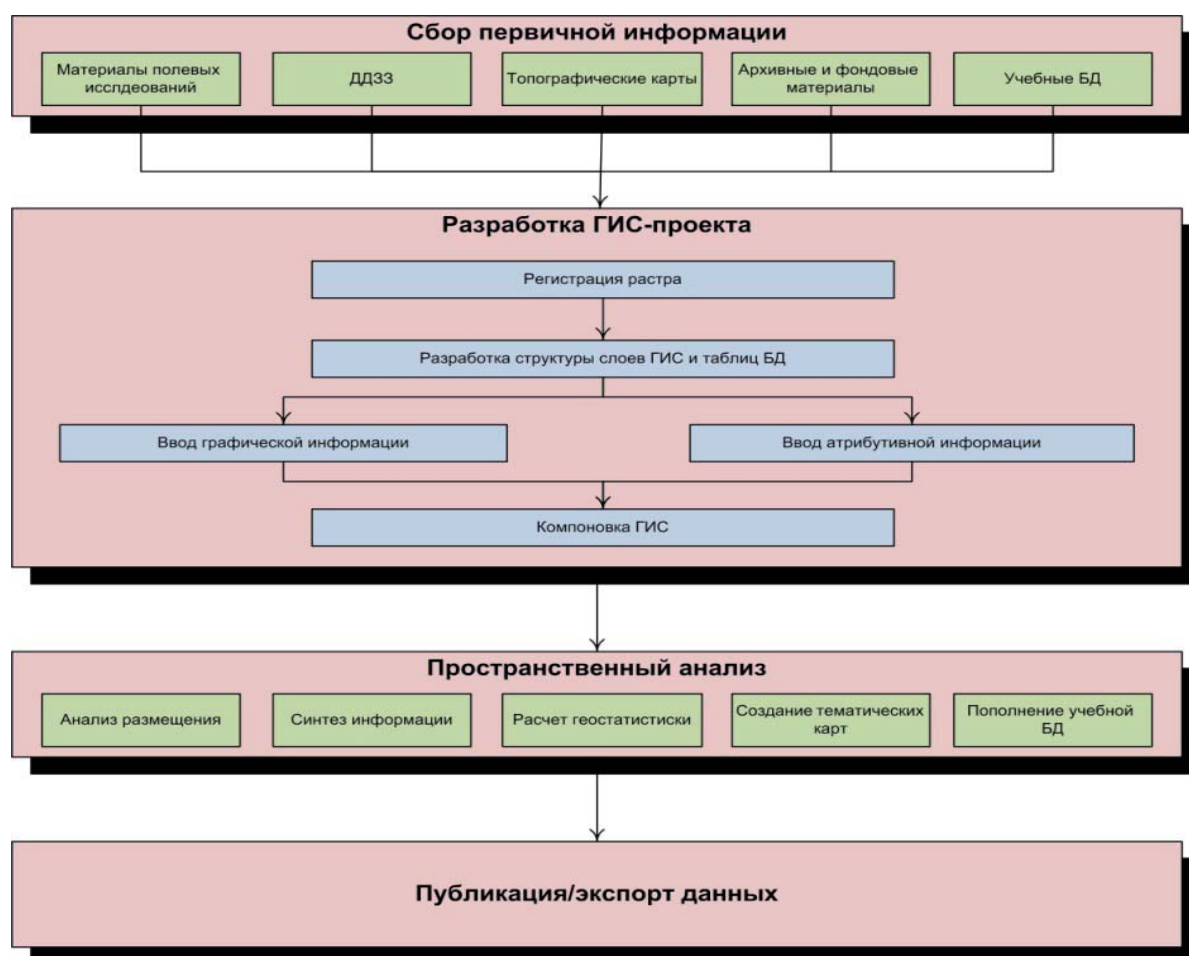


Рис. 1. Алгоритм создания исторической ГИС.

4. Координатное геокодирование.
5. Векторизация зарегистрированного изображения средствами ГИС.
6. Построение таблиц атрибутивных характеристик.
7. Ввод пространственных и связанных с ними атрибутивных данных.
8. Коррекция и уточнение полученных материалов.
9. Окончательное оформление карты и ее публикация.

База данных ГИС «Церковные школы Шуйского уезда Владимирской губернии. XIX-начало XX вв.» зарегистрирована в Реестре баз данных (свидетельство о государственной регистрации №2011620700 от 29.09.2011).

Результаты исследования

В дореволюционный период Шуйский уезд являлся духовным образовательным центром Владимирской губернии. На его территории действовали более 90 храмов и 4 монастыря. С 1816 г. функционировало *Шуйское духовное училище*. В последней трети XIX-начале XX вв. значительный вклад в дело просвещения местного населения внесли церковные школы.

На территории Шуйского уезда в XIX-начале XX вв. действовало 57 школ ведомства православного исповедания, значительная часть из которых относилась к категории начальных, преимущественно к одноклассным церковно-приходским школам, что было характерно для всей территории Российской империи. Двуклассных церковно-приходских школ существовало только две: Кирилло-Мефодиевская в г. Иваново-Вознесенск и в с. Кохма. Последняя была преобразована в 1904 г. из одноклассной и через три года снова реорганизована в первоначальный тип [8, с. 126].

Число школ грамоты, за исключением середины 90-х гг. XIX в., было незначительным. Их количество заметно сокращается в начале XX в. Это явление объяснялось несколькими причинами: недостаточностью финансирования, переименованием их в церковно-приходские вследствие неудовлетворения населения этим низким типом церковных школ (например, Бильдюхинская, Кохомская, Ерлыковская, Маршевская, Сидоровская), заменой их на правильно организованные церковно-приходские или земские школы по планам всеобщего обучения. Действовали в уезде и 2 женские воскресные школы: в г. Шуя (с 1898 г.) и в д. Захарово (с 1903 г.).

Из категории учительских в уезде функционировала одна школа – второклассная в с. Горицы, которая готовила учителей для школ грамотности. Подобный тип школы имел не каждый уезд губернии. Большинство православных школ появилось в последней трети XIX-начале XX вв.

Подавляющая часть начальных православных учебных заведений в Шуйском уезде располагалась

в сельской местности. В городской черте находились шесть церковно-приходских и одна воскресная школы.

Источниками содержания школ были, прежде всего, местные средства, которые поступали из разных источников: православного братства Александра Невского, платы за обучение, церковей, волостного правления, земства, городов, железнодорожных, кредитных и страховых обществ, фабрик и заводов, процентов с капиталов. Значительную долю вложений в дело церковного начального образования в Шуйском уезде составляли средства от попечителей. Так, от них поступило в 1900 г. – 11330 р. 13 к., в 1908-09 г. – 2706 р. 40 к. [6, 7] Попечители были у большинства церковных школ уезда. В 1908-09 г. из 30 церковно-приходских школ 6, а из 5 школ грамоты – 3 не имели попечителей [7].

До 1894 г. поступления казенных средств на церковные школы Владимирской губернии были незначительны. С 1895 г. правительством стали отпускаться довольно крупные суммы, которые возрастали с каждым годом. Но по-прежнему местные средства оставались основным источником содержания школ духовного ведомства. Так, в 1904 г. на нужды церковных школ Шуйского уезда поступило 12077 р. местных и лишь 6926 р. государственных средств [3].

В церковных школах Шуйского уезда обучали как духовные, так и светские лица. В первое время все занятия вели приходские священники или другие члены притча. После 1884 г. в начальных учебных заведениях стали преподавать учителя, имевшие специальную педагогическую подготовку. Это были выпускники духовных семинарий, женских епархиальных училищ, гимназий. Обучали детей в школах и те, кто получал звание учителя по особому экзамену. Учителями школ грамоты нередко работали лица без педагогического образования. С начала XX в. в этих школах начинают преподавать лица, окончившие второклассную школу. Так, Горицкую второклассную школу Шуйского уезда с 1902 г. по 1908 г. окончило 44 человека [8, с. 97]. Согласно данным отчетов Владимирского Епархиального Училищного Совета ни один из 12 в 1913 г., из 5 в 1914 г. и 6 в 1915 г. выпускников этой школы не был определен на учительское место [5]. Такое положение дел объяснялось крайней материальной необеспеченностью и неустойчивым положением школ грамоты.

Лучшие ученики второклассных школ сдавали экзамены на звание учителя церковно-приходской или продолжали образование, поступая на педагогические курсы, в учительские семинарии или церковно-учительские школы. Последний тип учебного заведения появился в России в конце XIX-начале XX в. В них готовили только к педагогической деятельности в начальной школе. Во Владимирской губернии такое учебное заведение отсутствовало. Выпускники второклассных школ поступали либо в Хреновскую (мужскую) Костромской губернии, либо

в Нижегородскую (женскую) церковно-учительские школы. Известно, что из Горичской школы Шуйского уезда в 1904 г. поступило 2 юноши: Приклонский и Каржавин [1]. Зато в 1905 г. ни один ее выпускник «не был удостоен приема вследствие неудовлетворительного исполнения письменной работы по русскому языку» [2].

По данным Училищного при Св. Синоде Совета за 1909 г. в России из окончивших второклассные школы продолжали обучение только 15% юношей (преимущественно в церковно-учительских школах) и 15,5% девушек (в церковно-учительских школах и в женских гимназиях) [4].

Число окончивших церковно-учительские школы и работавших в учебных заведениях было еще меньше. В Шуйском уезде в 1908-09 гг. только 4 человека с таким образованием работали в церковно-приходских школах [7].

На основе приведенных выше материалов, собранных в архивах и музеяхранилищах, была сформирована база данных ГИС «Церковные школы Шуйского уезда Владимирской губернии. XIX-начало XX вв.» (рис. 2).

База данных содержит информацию о 57 церковных школах Шуйского уезда Владимирской губернии, функционировавших в XIX-начале XX вв. Она обеспечивает отображение территории Шуйского уезда Владимирской губернии в разных масштабах; послойное представление информации (17 векторных и 5 растровых тематических слоев); отображение информации о каждой из внесенных в базу данных церковных школ (таблица 1); поиск по запросу; произвольные выборки информации по различным критериям; вычисление картометрических характеристик по цифровым данным; геокодирование; построение буферных зон и классификации.

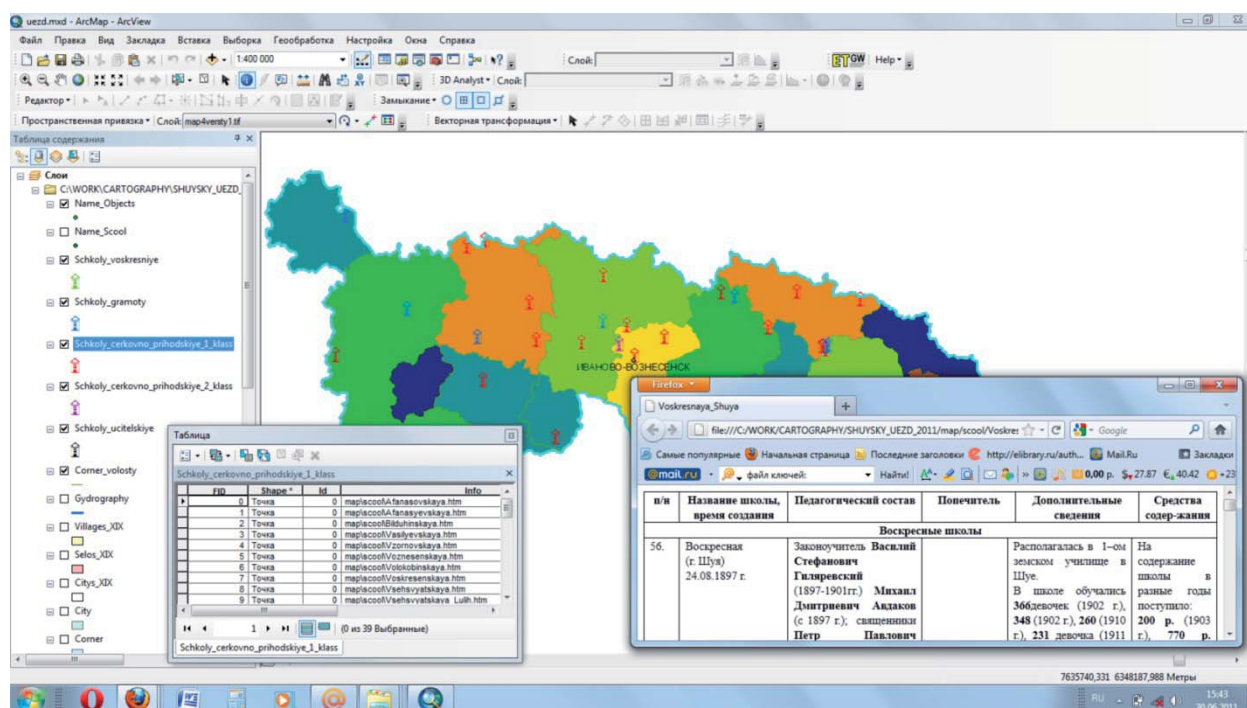


Рис. 2. Общий вид диалогового окна базы данных ГИС «Церковные школы Шуйского уезда Владимирской губернии XIX-начало XX вв.»

Таблица 1.

Фрагмент атрибутивной таблицы базы данных ГИС «Церковные школы Шуйского уезда Владимирской губернии XIX-начало XX вв.»

п/п	Название школы, время создания	Педагогический состав	Попечитель	Дополнительные сведения	Средства содержания
церковно-приходские одноклассные					
30.	Петропавловская (с. Петропавлово, Афанасьевская волость, ныне в черте Шуи 1891 г.)	Законоучитель и учитель с 1891 г. священник Павел Кузьмич Волокобинский (упом. 1895-96 г.), с 1902 г. священник Алексей Александрович Доброхотов , учителя с 1895 г. П. Троицкий , М. Талепоровский (упом. 1895-96 г.).	Шуйский мещанин Василий Неофитович Фролов (упом. 1895-96 г.), с 1911 г. шуйский 2 гильдии купец Михаил Афанасьевич Соколов (упом. 1916 г.).	Располагалась с 1903 г. в особом здании на церковной земле. Для учащихся первого отделения снималось отдельное здание.	На содержание школы в разные годы поступило: 428 р. 39 к. (1907 г.), 650 р (1912 г.)

Результаты пространственного анализа распределения церковных школ по волостям Шуйского уезда показаны на рисунке 3. Максимальное количество школ отмечалось в Васильевской волости – 6 (3 школы грамоты и 3 одноклассные церковно-приходские). В Чечкино-Богородской и Кулеберьевской волостях

церковные школы отсутствовали.

База данных ГИС имеет возможность пополнения за счет включения новых записей. Она является открытой и комплексной, позволяет обеспечивать легкость модификации, отладки, систематизации, хранения, визуализации и распространения данных.



Рис. 3. Количество церковных школ в волостях Шуйского уезда Владимирской губернии XIX-начало XX века.

Заключение. В России в последней трети XIX-начале XX вв. духовным ведомством было создано 6 разрядов церковных школ. Они делились на две категории: начальные и учительские. В Шуйском уезде Владимирской губернии было представлено 5 типов (4 начальные и 1 учительская) церковных школ. Они образовывали единую достаточно стройную систему начального духовного образования с общим административным управлением и соответствующими правилами организации, просуществовавшую без существенных изменений до 1917 г. Собранные информация послужила основой для создания базы

данных ГИС «Церковные школы Шуйского уезда Владимирской губернии. XIX-начало XX вв.». Разработанная база данных позволяет эффективно управлять полученной в результате исторического исследования информацией и проводить ее геоинформационный анализ [11]. Она предназначена для использования в научно-исследовательских и проектных работах; в сфере образования, при реализации курсов исторического и географического краеведения; при разработке проектов организации туризма и рекреации; а также при самообразовании и в познавательных целях.

Библиографический список

1. Владимирские епархиальные ведомости. 1904. №18. С. 539.
2. Владимирские епархиальные ведомости. 1905. №19. С. 536-537.
3. Владимирские епархиальные ведомости. 1905. Прил. к №12. С. 362-363.
4. Владимирские епархиальные ведомости. 1909. – №35. С. 559.
5. Владимирские епархиальные ведомости. 1914. Прил. к №30. С. 4-5. 1915. Прил. к №32. С. 4-5. 1916. Прил. к №31. С. 4-5.

6. Государственный архив Владимирской области. Ф. 450. Оп. 2. Д. 14. Л. 17.
7. Государственный архив Владимирской области. Ф. 450. Оп. 2. Д. 54. Л. 14,16.
8. *Добронравов В.* Исторический очерк церковных школ Владимирской Епархии с 1884 по 1909 гг. Владимир, 1909.
9. *Красницкая Т.А.* Церковные школы в дореволюционной России // Научный поиск. 2011. №1. С. 54-56.
10. *Колбовский Е.Ю.* Исследование культурных ландшафтов средствами исторических геоинформационных систем: опыт Великобритании // Ярославский педагогический вестник. 2001. №2. Т.3. С. 119-126.
11. *Марков Д.С.* Алгоритм оценки качества среды обитания на территории урбоэкосистем малых и средних городов // Научный поиск. 2011. №1. С. 49-53.
12. Historical GIS: Technologies, Methodologies and Scholarship / I. Gregory, P. Ell. – Cambridge: Cambridge university Press, 2007. P. 227.
13. *Turner A.* Introduction to Neogeography. NY: O'Reilly Media, Inc, 2006. P. 54.

References

1. Vladimirskie Diocesan Gazette . - 1904 . - № 18. - S. 539.
 2. Vladimirskie Diocesan Gazette . - 1905 . - № 19. - S. 536-537 .
 3. Vladimirskie Diocesan Gazette . - 1905 . - App. building number 12. - S. 362-363 .
 4. Vladimirskie Diocesan Gazette . - 1909 . - № 35. - S. 559.
 5. Vladimirskie Diocesan Gazette . - 1914 . - App. to number 30 . - P. 4-5 . - 1915 . - App. to number 32. - P. 4-5 . - 1916 . - App. to number 31. - P. 4-5 .
 6. State Archive of the Vladimir region. - F. 450. - Op . 2 . - AD 14. - L. 17.
 7. State Archive of the Vladimir region. - F. 450. - Op . 2 . - AD 54. - L. 14.16 .
 8. *Dobronravov B.* Historical background of church schools of the Diocese of Vladimir from 1884 to 1909 . Vladimir, 1909 .
 9. *Krasnitskaya T.A.* Church schools in pre-revolutionary Russia // Scientific Search . - 2011 . - № 1. - S. 54-56 .
 10. *Kolbovsky E.J.* The study of cultural landscapes by means of historical geographic information systems : the experience of UK // Yaroslavl Pedagogical Gazette . - 2001 . - № 2 . - V.3 . - S. 119-126 .
 11. *Markov D.S.*, estimation algorithm habitat quality in urboecosystems small and medium-sized cities // Scientific Search . 2011 . - № 1. - S. 49-53 .
 12. Historical GIS: Technologies, Methodologies and Scholarship / I. Gregory, P. Ell. - Cambridge: Cambridge university Press, 2007 . - P. 227.
 13. *Turner A.* Introduction to Neogeography. - NY: O'Reilly Media, Inc, 2006 . - P. 54.
-

УДК 577.346

UDC577.346

Л.Н. ТРОФИМЕЦ

кандидат географических наук, доцент кафедры географии Орловского государственного университета
E-mail: trofimetc_l_n@mail.ru

Е.А. ПАНИДИ

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики Санкт-Петербургского государственного университета
E-mail: panidi@yandex.ru

L.N. TROFIMETZ

candidate of geographical sciences, associate professor of geography, Orel State University
E-mail: trofimetc_l_n@mail.ru

YE.A. PANIDI

candidate of technical sciences, senior teacher of cartography, Saint Petersburg State University
E-mail: panidi@yandex.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОТЕРЬ ПОЧВЫ В ЭЛЕМЕНТАХ НЕРУСЛОВОЙ ЭРОЗИОННОЙ СЕТИ НА ПАХОТНОМ СКЛОНЕ В АРЕАЛЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ ОКИ*

RESULTS OF THE STUDY OF SOIL LOSS IN THE ELEMENTS OF THE NETWORK TO NERUSLOVOY EROSION SLOPE IN THE AREA OF ARABLE GRAY FOREST SOILS OF THE UPPER BASIN OF THE OKA

Рассмотрены особенности поведения цезия-137 в почве пахотного склона, осложненного нерусловой эрозийной сетью. Дана оценка интенсивности смыва почвы в элементах микроручейковой сети радиоцезиевым методом. Приводится расчетная зависимость для оценки слоя смытой почвы за период с 1986 года по величине радиоактивности почвы в пахотном слое 0-20 см.

Ключевые слова: цезий-137, серые лесные почвы, смыв, аккумуляция, пахотный склон, микроручьи.

The features of the behavior of cesium-137 in soil plowed hillside erosion neruslovoy complicated network. The estimation of the intensity of soil loss in the elements of the network mikrorucheykovoy radiotsezievym method. The calculated dependence to assess layer washed out of the soil during the period from 1986 to the amount of radioactivity in the arable soil layer of 0-20 cm

Keywords: Cesium-137, gray forest soils, runoff, accumulation, arable slope mikroruchi.

Введение

Поведение активности цезия-137, несмотря на кажущуюся необъяснимую вариабельность, на самом деле зависит от положения точки пробоотбора относительно элементов рельефа. Последние, в свою очередь, различаются по преобладанию в их пределах действия одного из двух механизмов аккумуля-

ции. В верхней части склона (в области блока или межблочья, обусловленных проявлением на дневной поверхности полигонально-блочного микрорельефа [1]), в области больших скоростей – преобладает смыв, в притальвеговой зоне, в области преобладания второго механизма аккумуляции, наблюдается накопление загрязненного почвенного материала [7,



Рис.1. Стрелки – линии тока. На водораздельных участках, в области дивергенции (1) линии тока расходятся. В областях понижения, в области конвергенции, они сближаются (тальвег), создавая первый механизм аккумуляции. В области вогнутого продольного профиля, где скорость перемещения почвенного вещества замедляется, образуется зона накопления (подошва склона в притальвеговой зоне). Здесь «работает» второй механизм аккумуляции. При описании процесса перемещения почвенного вещества средствами ГИС первый механизм аккумуляции [7, 11] описывается площадью сбора, второй – профильной кривизной [7, 11].

* Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-97511-р_центр_а; гранта РГНФ № 12-16-57001, тип-а (р).

8]. Первый механизм аккумуляции [7, 11] возникает за счет сближения линий тока (зона сходимости или конвергенции в зоне тальвега на рис. 1), второй возникает на участках вогнутого продольного профиля склоновой поверхности.

Как показали наши экспериментальные исследования, два механизма аккумуляции для области тальвега понижения могут быть учтены в схемах, описывающих процесс перемещения почвы [7]. Наши исследования с использованием в качестве маркера цезия-137 при изучении процесса перемещения почвенного вещества показали следующее. В области тальвега понижения на склоне южной экспозиции (где весной идет интенсивный смыв почвы в зоне действия первого механизма аккумуляции) активность цезия-137 (перемещающегося вместе с почвой) уменьшается в областях преобладания действия первого механизма аккумуляции и растет в областях проявления второго механизма аккумуляции (рис. 2).

Весной на распахиваемых склонах, помимо крупных ложбин, появляется сеть небольших ручейков, названная Маккавеевым «нерусловой сетью». По Маккавееву, «нерусловая сеть» – это серия начальных размывов – небольших ручейков, рытвин, которые не имеют отчетливо очерченных русел, постоянно поддерживаемых работой воды. Они (русла) уничтожаются при вспашке [4]. Весной (или при сильных ливнях) в тальвеговой зоне микроручейковой сети (вне участков действия второго механизма аккумуляции) происходит смыв, сопровождающийся потерей части плодородного слоя почвы. Потери этой части пахотного горизонта за период с 1986 года можно определить радиоцезиевым методом [2].

При проведении настоящего исследования была поставлена задача попытаться получить расчетную зависимость слоя смытой почвы за период с 1986 года по настоящее время от величины радиоактивности почвы, измеренной в интегральных образцах почвы, отобранных в 2012–2013, годах с глубины 0–20 см (мощность современного пахотного горизонта).

Объекты и методы исследования

На экспериментальном участке пахотного склона в бассейне Верхней Оки (водосбор реки Сухая Орлица) активность цезия-137 (в верхнем пахотном горизонте) меняется от 20 до более чем 200 Бк/кг (рис.2). Точки с низкой радиоактивностью почвы идентифицируют участки смытой почвы. Это означает, что пахотный склон испещрен разветвленной нерусловой сетью. Она появляется во время таяния снега или интенсивных дождей и занимает большую часть склона почти от водораздела до подошвы. На экспериментальном участке микроручейковая сеть по наблюдениям в апреле 2013 года отмечалась от водораздела до подошвы склона (рис.3). Наибольшую роль в выносе почвенного материала микроручьи играют в нижней части склона, ближе к подошве (рис.2). На рисунке видно, что активность цезия-137 изменяется от 50 Бк/кг до 500 Бк/кг. Такая изменчивость объясняется,

во-первых, особенностями первичных выпадений цезия-137 и, во-вторых, – эрозионными процессами в последующий временной период с 1986 года по настоящее время. По данным Новосильской ЗАГЛЮС (таблица 1), смыв за указанный период на пашне и зяби в последнее десятилетие отсутствовал. Отсутствовал он и в весенний период 2013 года. Но нерусловая эрозионная сеть отмечалась ежегодно. Имела место она и весной 2013 года (рис.3).

На рис.4 видно, что преобладающая часть точек с малой радиоактивностью почвы (в пределах 21,5 – 88,5 Бк/кг) отмечается в нижней части пахотного склона, близ тальвега распахиваемой части ложбины, в которую впадают микроручьи, стекающие с водораздельной поверхности (рис.3). Крутизна склона здесь увеличивается с 2 градусов до 4–5 градусов (в 2 и более раза). Следовательно, при увеличении в 2 раза крутизны склона увеличивается смыв. Это сопровождается снижением радиоактивности почвы. Увеличение величины смыва при увеличении крутизны склона отмечали и другие исследователи [3, 4, 5, 6]. Ими было замечено, что относительное увеличение смыва всегда гораздо больше, чем увеличение уклона.

Таблица 1.

Сток с уплотненной пашни и зяби (с 1986 по 2013 г.г.) по данным Г.П. Сурмача, А.Т. Барабанова, Н.Е. Петелько, А.И. Петелько, Е.Я. Тубольцева, В.А. Ивановой, О.В. Богачевой, В.П. Борца, Е.А. Гаршинева

Годы, в которые сток был	Годы с отсутствием стока
1987, 1988, 1990, 1991, 1993–1997, 2000, 2003	1989, 1992, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004–2013

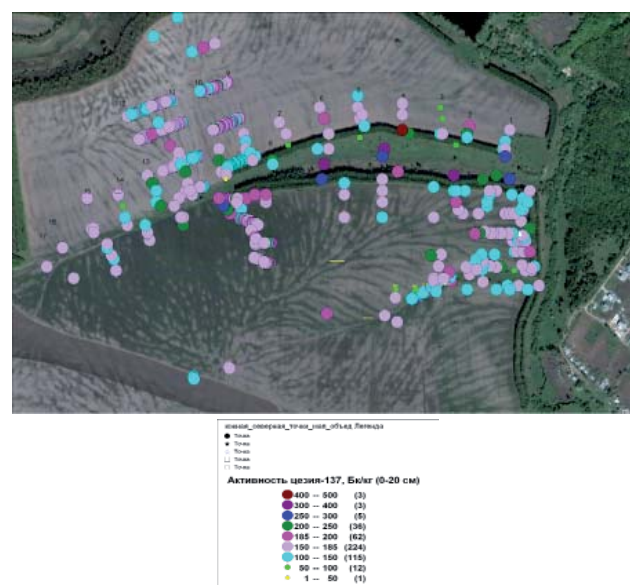


Рис. 2. Активность цезия-137 на экспериментальном участке (в скобках – число точек).

И.Е. Егоров [4] пишет: «... изменение уклона в 2 раза, с 1,5° до 3° привело к увеличению величины смыва примерно в 5 раз. При увеличении крутизны склона нерусловой поток в большей степени врезается, чем расширяет свое русло. При удвоении кру-

тизны средняя глубина микроручья увеличивается примерно в 2 раза, ширина – в 1,5 раза».



Рис.3. От линии водораздела (склон теплого румба) микроручей размывает пахотный склон, формируя русло протяженностью около 200 м до тальвега распаханной части ложбины.

Низкая радиоактивность почвы отмечена нами и в тальвеге ложбины; (40,4 Бк/кг; 21,5 Бк/кг), где крутизна снижается до 2 градусов, но транзитный поток, тем не менее, осуществляет активную эрозионную работу.

Для проверки утверждения об увеличении смыва в 5 раз при увеличении крутизны склона в 2 раза (на рис.4 видно, что точки с низкой активностью расположены у подошвы склона, где крутизна увеличивается в 2 и более раза, с 1-2 градусов до 4-5°) мы сравнили радиоактивность почвы у подножия пахотного склона с фоновой радиоактивностью (таблица 2).

В нашем случае активность цезия-137 в приводораздельной зоне на пахотном склоне в среднем равна 180 Бк/кг. Снижение активности почвы в точках, фиксирующих смывтую почву в тальвегах микроручьев, произошло в 2 - 8 раз. При этом в 62% случаев снижение активности произошло более чем в 4 раза, в 15% случаев – от 2,5 до 4; в 23% случаев – в 2 и менее раза. Этот факт говорит о неоднозначности ответа на вопрос о степени снижения уровня земной поверхности пахотного склона вследствие смыва.

Для изучения вопроса о возможности идентификации почв разной степени смывтости с помощью цезия-137 в апреле 2013 года в устьевой части ложбины на пахотном склоне реки Сухая Орлица был произведен отбор проб почвы послойно (через 2 см) до 40 – 50 см глубины. Площадки для среза слоев почвы имели следующие размеры: ширина 0,5 м, длина 1,0 м, глубина до 0,5 м. Всего было отобрано около 300 образцов почвы. Пробы упаковывались в пластиковые пакеты, на которые наклеивались бирки с указанием номера пробы, глубины отбора пробы. Гамма-спектрометрию отобранных проб почв выполняли с помощью комплекса универсального спектрометрического на основе сцинтилляционных детекторов УСК «Гамма Плюс» производства ЗАО «НТЦ Экспертцентр» (г. Москва) в Центре химизации

и сельскохозяйственной радиологии «Орловский».

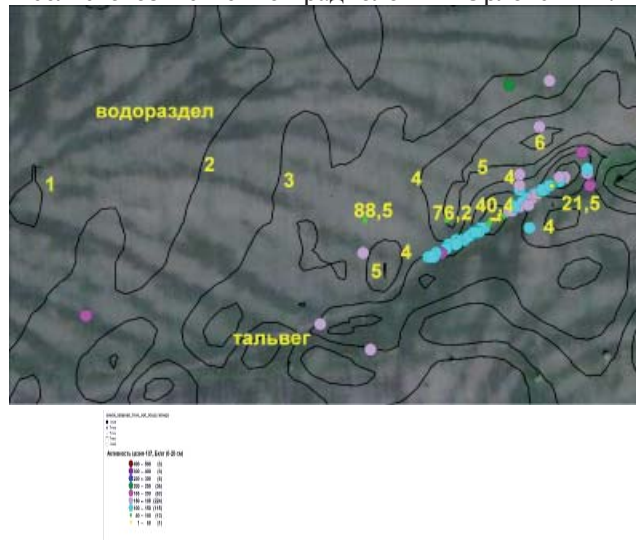


Рис.4. Фрагмент карты активности цезия-137 в слое почвы 0-20 см. Малая активность цезия-137 измерена в нижней части склона (88,5 Бк/кг; 76,2 Бк/кг), в зоне уклонов 4-6 градусов (числа у изолиний) и в транзитной части тальвега ложбины (40,4 Бк/кг; 21,5 Бк/кг).

Таблица 2.

Снижение радиоактивности почвы в точках пробоотбора, фиксирующих почву разной степени смывтости

Активность цезия-137, Бк/кг	Уменьшение радиоактивности почвы в точке по сравнению с фоновой (180/активность цезия-137, Бк/кг)
1	2
Склон теплого румба (фоновая активность цезия-137 – 180 Бк/кг)	
21,5	8,4
24	7,5
35	5,1
40,4	4,5
40,9	4,4
43,2	4,2
44,3	4,1
47,3	4,1
52,9	3,4
76,2	3,4
85,9	2,1
88,5	2,0
98,3	1,8

Идентифицировать степень эродированности почвы (с 1986 года по настоящее время) по значению активности цезия-137 в слое 0 – 20 см возможно, если значение радиоактивности интегрального образца почвы (отобранного с глубины 0-20 см) сопоставить с мощностью слоя почвы, загрязненной радиоцезием (по результатам послойного отбора проб через 2 см). При этом следует иметь в виду, что в 1986 году мощность пахотного горизонта составляла 27 см (по данным «Системы земледелия и землеустройства», 1986 г.). В настоящее время глубина вспашки составляет 20 см.

Результаты и их обсуждение

Установление зависимости величины смыва (см) с 1986 года по настоящее время осуществлялось по результатам измерения радиоактивности почвы проб в апреле 2013 года в элементах микроручейковой сети в нижней части пахотного склона теплого румба.

Прежде чем перейти к разработке расчетной зависимости, мы попытались установить, насколько существенно происходит «разбавление» активности цезия-137 при припахивании к радиоактивно загрязненным поверхностным слоям почвы слоев более глубоких с низкой радиоактивностью. В таблице 3 приведены результаты такого анализа. В 1, 2, 3, 4 испытаниях сравнивались смешанные (интегральные) образцы, составленные из почвы, отобранной послойно. Активность цезия определялась как для смешанной пробы, составленной в результате перемешивания почвы, отобранной послойно, так и отдельно для проб почвы по слоям. Вывод был сделан следующий.

Активность интегральных образцов почвы (глубина отбора 0-10 см; 0-20 см; 20-40 см) отличается от активности образцов, отобранных послойно (через 2 см по глубине) на 1-14,8% (таблица 3), что свидетельствует о возможности использования активности цезия-137, измеренной в интегральных образцах, отобранных из слоя 0-20 см, в расчетных схемах для определения слоя смытой почвы.

Таблица 3.

Сопоставление активности цезия-137 в интегральном образце и в образце, отобранном послойно

№	Интегральные образцы		Образцы, отобранные послойно (30)	
	Глубина, см	Активность Интегрального образца	Количество образцов	Средняя активность /% отклонения
1	(0-10)	138	5	Ср=137/0,7%
2	(10-20)	42,5	5	Ср=42,5/0%
3	(0-20)	92,4	10	Ср=89,8/2,8%
4	20-40	15,5	10	Ср=13,2/14,8%

На рис. 5 показаны примеры диаграмм, описывающих распределение активности цезия-137 по глубине профиля для почв разной степени смытости.

Сопоставление радиоактивности почвы в интегральных образцах и величины смыва показало, что, например, в точке 41311 смыв достаточно высок (17 см), хотя соотношении фоновой и измеренной активности лишь 2,1 (180 Бк/кг/87,4 Бк/кг).

Таким образом, для составления рекомендаций по расчету смыва в зависимости от измеренной в интегральном образце радиоактивности почвы необходимо получить эту зависимость по данным экспериментальных исследований.

Такая зависимость была получена (рис. 5).

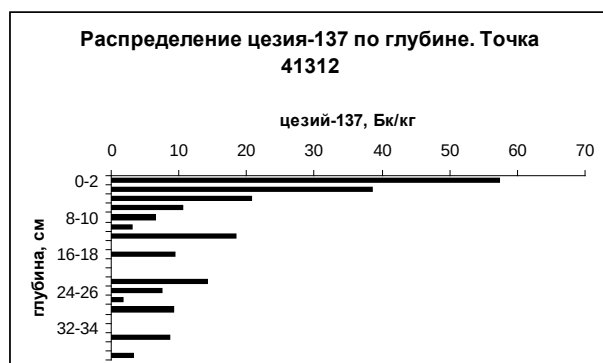
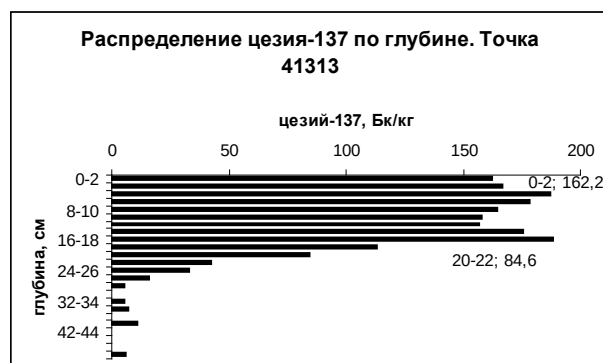
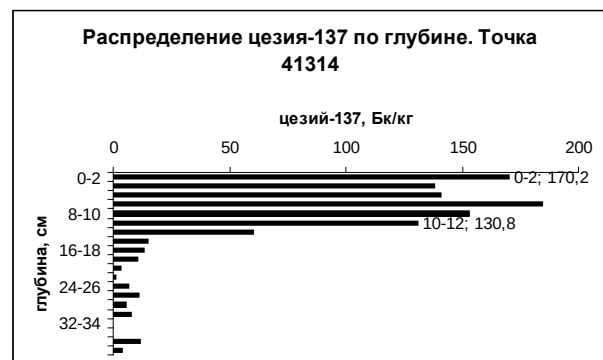
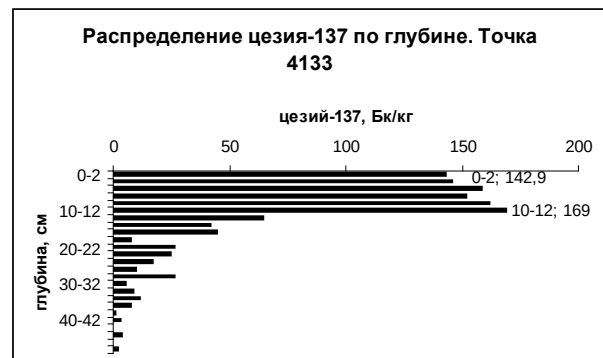


Таблица 4.

Слой смытой почвы и активность цезия-137 в точках пробоотбора

№ точки отбора пробы почвы	Цезий-137 (средняя активность в слое 0-20 см). Осреднение осуществлялось по результатам послойного отбора проб через 2 см до глубины 20 см)	Слой смытой почвы, см
4132	156	0
4133	99,7	15
4134	85,8	17
4135	102,4	15
4136	186	2
4137	158	0
4139	12	27
41310	56,8	17
41311	87,4	17
41312	15	27
41313	160,4	5
41314	32	25
41315	49,8	21
41316	32	25

Выводы. Независимо от величины радиоактивности смешиваемых образцов почвы радиоактивность смешанного (интегрального) образца почвы практически равна радиоактивности, рассчитанной как среднее арифметическое из радиоактивности почвы смешиваемых образцов (отобранных послойно).

Обнаружена зависимость и получена формула для расчета слоя смытой почвы в зависимости от активности цезия-137 (измеренной в интегральном образце почвы, отобранном в слое 0-20 см). Это свидетельствует о возможности идентифицировать почвы разной степени смытости с помощью радиоцезиевого метода. По величине активности цезия-137 в слое 0-20 см можно судить о величине слоя смытой серой лесной почвы на пахотных склонах крутизной от 1,5 до 5 градусов при фоновой радиоактивности пахотной почвы 180-200 Бк/кг.

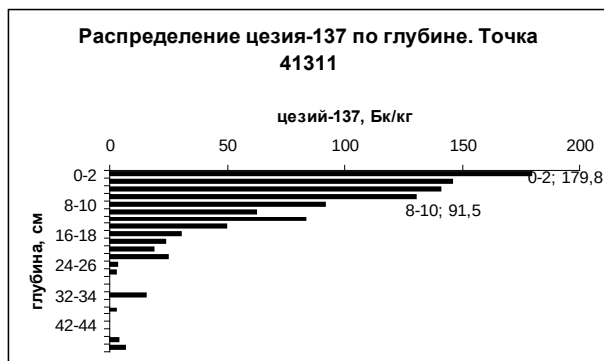


Рис. 4. Распределение активности цезия-137 по глубине. В точке 4133 смыто 15 см; 41311 – смыто 17 см; 41312 – смыто 27 см; 41313 – смыто 5 см; 41314 – смыто 17 см; 41315 – смыто 21 см.

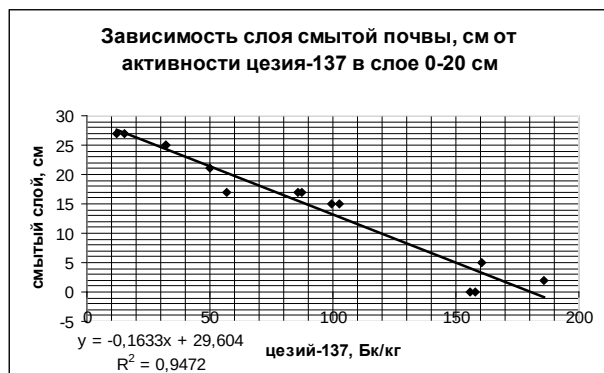


Рис. 5. Зависимость величины слоя смытой почвы от активности цезия-137 в слое 0-20 см.

Зависимость на рис. 5 позволяет по величине активности цезия-137 в почвенном образце рассчитывать слой смытой (за период с 1986 года) почвы. Зависимость справедлива для серых лесных почв (бассейн Верхней Оки) в диапазоне значений современной фоновой радиоактивности почвы пахотных склонов по цезию-137 180 - 200 Бк/кг.

Библиографический список

1. Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины. М.: ГЕОС, 2010. 140 с.
2. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 296 с.
3. Заславский М.Н. Эрозия почвы. М.: Мысль, 1979. 246 с.
4. Егоров И.Е. Методика и результаты изучения нерусловой эрозионной сети на территории Удмуртии. Вестник Удмуртского университета, № 11. Изд-во Удмуртского университета, 2006. С. 93-102.
5. Митчел Дж. К., Бубензер Г.Д. Расчеты потерь почвы // Эрозия почв. М.: Колос, 1984. С.34-95.
6. Орлов А.Д. Эрозия и эрозионноопасные земли Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. 207с
7. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А. Особенности трансформации поля активности цезия-137 чернобыльского происхождения на пахотном склоне южной экспозиции, осложненном реликтовым микрорельефом, в бассейне Верхней Оки. /Геоморфология и картография: материалы XXXI Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 2013. С. 211-216.
8. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Баранов И.П. Степанова В.И. Морфометрический анализ рельефа при изучении трансформации поля первичного загрязнения цезием-137 пахотных почв в бассейне Верхней Оки (на примере распаханной части ложбины). // Ученые записки ОГУ, №3(47). Изд-во «ОГУ», 2012. С. 306-315.

9. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Баранов И.П., Степанова В. И. Морфометрический анализ рельефа при изучении вторичного перераспределения цезия-137 чернобыльского происхождения на пахотном склоне в бассейне Верхней Оки. // Проблемы региональной экологии, №1, М.: изд. дом «Камертон», 2013. С. 102-108.

10. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Миленцев В.Н.. Оценка потерь почвы на пахотном склоне с использованием радиоцезиевого метода, агрохимических показателей и элементов ГИС анализа. // Ученые записки ОГУ, №3(53). Изд-во «ОГУ», 2013. С. 363-371.

11. Шарый П.А. Оценка взаимосвязей рельеф-почва-растения с использованием новых подходов в геоморфометрии. Автореферат канд дисс. Пущино, 2005. 26 с.

References

1. Alifanov VM, Gugalinskaya LA, Ovchinnikov Yu PALEOCRYOGENESIS variety of soils and the center of the East European Plain. GEOS, Moscow, 2010 . 140 .

2. Golosov V.N. Erosion- accumulative processes in river basins mastered the plains. - GEOS, Moscow, 2006 . 296 p .

3. Zaslavsky M. Soil erosion . M: Thought , 1979 . 246 .

4. Egorov I.E. The methodology and results of a study of erosion neruslovoy network in Udmurtia. Bulletin of Udmurt University , № 11. Publishing House of the Udmurt University Press, 2006 . S. 93-102 .

5. Mitchell J.C., Bubenzer G.D. Calculations of soil loss // Soil erosion . Moscow: Kolos , 1984 . P.34 -95 .

6. Andrei Orlov Erosion and land erosion dangerous Western Siberia. Nauka, Novosibirsk , 1983 . 207C

7. Trofimets L.N., E.A. Panidi Features of the transformation of the field of activity of cesium -137 Chernobyl origin on arable slope of the southern exposure , complicated topographical relic in the basin of the Upper Oka. / Geomorphology and Cartography : Materials HHH111 Plenum Ge6omorfologicheskoy commission of Sciences . - Saratov: Sarat in . University Press, 2013 . S. 211-216 .

8. Trofimets L.N., Panidi E.A., Baranov I.P. Vladimir Stepanov The morphometric analysis of the topography in the study of the transformation of the field of primary cesium-137 contamination of arable soils in the basin of the Upper Oka (for example, throws open the hollow part) . // Proceedings of the OSU , № 3 (47). Publishing house “ OSU “ , 2012. S. 306-315 .

9. Trofimets L.N., Panidi E.A., Baranov I.P. Stepanov VI morphometric analysis of the relief in the study of secondary redistribution of cesium -137 Chernobyl origin on arable slopes in the basin of the Upper Oka. / Problems of regional ecology , № 1, M. Ed. House “ tuning fork “ , in 2013 . S. 102-108 .

10. Trofimets L.N., Panidi E.A., Milentev V.N. Evaluation of soil loss on arable hillside with radiotsezievogo method , agro-chemical parameters and elements of GIS analysis. // Proceedings of the OSU , № 3 (53). Publishing house “ OSU “ , 2013 . S. 363-371 .

11. Shary P.A. Assessment of interlinkages relief -soil- plant using new approaches in geomorfometrii . Ph. D. diss . Pushchino, 2005 . 26.

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) – доктор педагогических наук, профессор Орловского государственного университета, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, действительный член Международной академии информатизации, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) – доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

БЕЛЕВИТИНА Т.М. – ответственный редактор журнала «Ученые записки Орловского государственного университета»;

ДУДИНА Е.Ф. – (ученый секретарь редакционной коллегии) – кандидат филологических наук, руководитель научного отдела Орловского государственного университета;

АЛЕКСАНДРОВА А.П. – кандидат филологических наук, доцент кафедры английской филологии Орловского государственного университета;

АЛЕКСЕЕВ А.П. – доктор философских наук, профессор, зав. кафедрой гуманитарных дисциплин философского факультета Московского государственного университета;

ЗАЙЧЕНКОВА М.С. – доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой русского языка как иностранного, председатель докторского диссертационного совета по русскому языку и методике его преподавания Орловского государственного университета, Заслуженный деятель науки Российской Федерации;

ИВАНОВ А.Е. – доктор исторических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института российской истории РАН;

ИЗОТОВ В.П. – доктор филологических наук, профессор, руководитель НИИ филологии Орловского государственного университета;

ИСАЕВА Н.И. – доктор психологических наук, профессор, декан факультета психологии Белгородского государственного университета;

КАПУСТИН А.Я. – доктор юридических наук, профессор, руководитель центра сравнительно-правовых исследований института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации, президент Российского отделения Ассоциации международного права;

КОЛЕСНИКОВА А.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии, руководитель НИИ естественных наук Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки РСФСР, действительный член Международной Российской экологической академии;

ЛВОВА С.И. – доктор педагогических наук, профессор, зав. лабораторией обучения русскому (родному) языку Института содержания и методов обучения Российской академии образования;

МИНАКОВ С.Т. – доктор исторических наук, профессор, председатель докторского диссертационного совета по истории России Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

МИХЕИЧЕВА Е.А. – доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой русской литературы XX-XXI веков и истории зарубежной литературы Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ОСКОТСКАЯ Э.Р. – доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой химии Орловского государственного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПАХАРЬ Л.И. – доктор философских наук, профессор Орловского государственного университета; академик Академии социальных наук, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

ПИВЕНЬ В.Ф. – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

РЕПИН О.А. – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой Самарского экономического университета;

СЕДОВ Е.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки РФ, зав. отделом селекции семечковых культур ВНИИСПК;

СЕРЕГИНА Т.В. – кандидат философских наук, профессор, декан философского факультета, руководитель НИИ проблем провинциальной культуры Орловского государственного университета;

ТЕР-МИНАСОВА С.Г. – доктор филологических наук, профессор, декан факультета иностранных языков и регионоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, почетный доктор Бирмингемского и Нью-Йоркского университетов;

ТЫРТЫШНИКОВ Е.Е. – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, заместитель директора Института вычислительной математики Российской академии наук.

УМАН А.И. – доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой общей педагогики Орловского государственного университета; действительный член Международной педагогической академии;

ШАБАНОВ Н.К. – доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики преподавания изобразительного искусства Курского государственного университета, член Союза дизайнеров России, член международной ассоциации изобразительных искусств им. И.А. Пюнеско.

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) – доктор педагогических наук, профессор Орловского государственного университета, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, действительный член Международной академии информатизации, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) – доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе Орловского государственного университета, директор Орловского филиала Института содержания и методов обучения Российской академии образования, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

БЕЛЕВИТИНА Т.М. – ответственный редактор журнала «Ученые записки Орловского государственного университета»;

ДУДИНА Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии) – кандидат филологических наук, начальник научно-исследовательского сектора Орловского государственного университета;

ВИШНЕВСКИЙ В.И. – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней медицинского института Орловского государственного университета;

ГОРПИНИЧ А.Б. – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общей хирургии и анестезиологии медицинского института Орловского государственного университета, член-корреспондент Российской академии естественных наук;

ЗАРУБИН А.Н. – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой математического анализа и дифференциальных уравнений Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки Российской Федерации, действительный член Международной педагогической академии;

ЗАТОЛОКИН В.Д. – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой анатомии человека, оперативной хирургии и топографической анатомии, заслуженный деятель науки РСФСР;

КАЛЕКИН А.А. – кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой технологии и предпринимательства Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации;

КОЛЕСНИКОВА А.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии, директор НИИ естественных наук Орловского государственного университета, заслуженный деятель науки РСФСР, действительный член Международной экологической академии;

ЛАДНОВА Г.Г. – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой экологии и общей биологии Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, академик Академии социальных наук;

ПУЗИНА Т.И. – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ботаники Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации;

ОСКОТСКАЯ Э.Р. – доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой химии Орловского государственного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

ПИВЕНЬ В.Ф. – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической физики и математического моделирования Орловского государственного университета, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

САРАЕВА А.М. – кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой географии Орловского государственного университета;

СНИМЩИКОВА И.А. – доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института Орловского государственного университета;

ФЕДОТОВА И.Э. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой почвоведения и прикладной биологии Орловского государственного университета.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Общие правила. Статья объемом 4-15 страниц формата А-4 должна быть набрана в текстовом редакторе Microsoft Word 2003, 2007 в формате *.rtf шрифтом Times New Roman, размером 14 pt, через один интервал без переносов. Параметры документа: верхнее поле – 25мм, нижнее – 25 мм, правое – 25 мм, левое – 25 мм. Нумерация страниц представляется от центра, внизу страницы.

В начале статьи указывается **универсальная десятичная классификация (УДК)**, имя, отчество и фамилия автора (авторов), название статьи, аннотация (40-50 слов), ключевые слова (5-6). Вся информация предоставляется **на русском и английском языках**. Сведения об авторе (авторах) – ученая степень, ученое звание, должность, кафедра, вуз, электронный адрес и контактный телефон (без сокращений) помещаются в начале статьи после фамилии автора (авторов). К статье в обязательном порядке должна прилагаться электронная версия, идентичная печатной одним файлом на диске CD или DVD (CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD-RW).

Формулы помещаются в текст с использованием формульного редактора Microsoft Equation (Вставка – Объект – Создание – Microsoft Equation). Символы можно вставлять с помощью операции в Word (Вставка – Символ). Диаграммы располагаются в тексте с использованием программы Microsoft Excel (Вставка – Объект – Создание – Диаграмма Microsoft Excel). Рисунки и графики должны иметь четкое изображение и быть выдержаны в черно-белой гамме, лучше применять штриховку (Формат автофигуры – Цвета и линии – Цвет – Способы заливки – Узор). Схемы создаются с помощью панели инструментов Рисование. Фотографии и рисунки в формате *.tif или *.jpg. должны иметь разрешение не менее 300 dpi и прилагаться отдельными файлами.

Библиографические списки и затекстовые примечания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» и ГОСТ 7.0.5-2008. В списке все работы перечисляются по алфавитному принципу: сначала отечественные авторы (или зарубежные, опубликованные на русском языке), затем – зарубежные. При упоминании отдельных фамилий авторов в тексте им должны предшествовать инициалы (фамилии иностранных авторов при этом приводятся в оригинальной транскрипции). В тексте статьи библиографические ссылки даются арабскими цифрами в квадратных скобках.

Порядок составления списка: а) автор(ы) книги или статьи; б) название книги или статьи; в) выходные данные. При авторском коллективе до 4-х человек включительно упоминаются все авторы (с инициалами после фамилий), при больших авторских коллективах упоминаются три первых автора и добавляется «и др.» (в иностранной литературе «et al»). Если в качестве авторов книг выступают их редакторы или составители, после фамилии последнего из них в скобках следует ставить «ред.» (в иностранных ссылках «ed.»).

В библиографическом описании книги (после ее названия) приводятся город (где она издана), после двоеточия – название издательства, после запятой – год издания. Если ссылка дается на главу из книги, сначала упоминаются авторы и название главы, после точки – с заглавной буквы ставится «В кн.» («In») и фамилия(и) автора(ов) или редактора(ов), затем название книги и ее выходные данные.

В библиографическом описании статьи из журнала (после ее названия) приводятся название журнала и год издания (между ними знак препинания не ставится), затем после точки с запятой – номер отечественного журнала (для иностранных журналов номер тома), после двоеточия помещаются цифры первой и последней (через тире) страниц.

Примеры библиографического описания источников:

Книги

1. *Парыгин Б.Д.* Основы социально-психологической теории. М.: Мысль, 1971.
2. *Базыма Б.А.* Психология цвета: теория и практика. М.: Речь, 2005. С. 20-24.
3. *Ильин И.А.* Учение о правосознании. В кн.: Ю.Т. Лисица (ред.) Родина и мы. Смоленск: Посох. 1995: 355-364.
4. *Harding A.E.* The hereditary ataxias and related disorders. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1984
5. *Goldman S.M., Tanner C.* Etiology of Parkinson's disease. In: Jankovic J., Tolosa E. (eds.) Parkinson's disease and movement disorders. 3d ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998: 133-158.

Журналы

6. *Ершов В.Ф., Курамина Н.В.* Российские образовательные учреждения за рубежом: опыт 1920-1930 годов. Исторические записки 2004; 7:198-222.
7. *Block W., Karitzky J., Traber F. et al.* Proton magnetic resonance spectroscopy of the primary motor cortex in patients with motor neuron disease. Arch. Neurol. 1998; 55: 931-936.

Электронные публикации и базы данных

8. *Shulman L.M., Gruder-Baldini A.L., Anderson K.E. et al.* The evolution of disability in Parkinson's disease. Mov. Disord. 2008: epub ahead.
9. <http://www.globalreach.com/> *

В конце статьи обязательно должна быть надпись **статья публикуется впервые**, ставится дата и подпись автора (авторов). Подпись автора сканируется, сохраняется в формате *.tif или *.jpg и вставляется в файл.

За ошибки и неточности научного и фактического характера ответственность несет автор (авторы). Поступившие в редакцию материалы возврату не подлежат.

Статьи лиц, не имеющих ученой степени, заверяются также их научными руководителями.

Редколлегия оставляет за собой право сокращать и редактировать статьи. Статьи, оформленные не в соответствии с указанными требованиями, возвращаются авторам без рассмотрения.

*Библиографический список также переводится на английский язык (**References**)

Ученые записки Орловского государственного университета.
Серия «Естественные, технические и медицинские науки»: научный журнал. – Орёл:
изд-во ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет». – 2013. – №6 (56). – 308с.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС 77-29955 от 17.10.2007
Включен в каталог «Издания органов НТИ» ОАО Агентство «Роспечать»
(почтовый индекс: 66005)

Ответственный редактор: Белевитина Т.М.
Ответственный составитель: Кирсанов М.А.
Компьютерная верстка: Корявкина О.С.
Дизайн обложки: Никифоров А.В.
Корректурa: Рыбкина О.А.

Подписано в печать 20.12.2013 г. Формат 60x80 1/8
Печать оперативная. Бумага офсетная. Гарнитура Times
Объём 38,5 усл. п. л. Тираж 1000 экз. Заказ № 57
Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе редакционно-издательского отдела
ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет»
302026, г. Орел ул. Комсомольская, 95
Тел./факс (4862) 74-09-30