

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ОРЛОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 (59)

ОРЕЛ – 2014

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ОРЛОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 3 (59)

Редакционно-издательская коллегия:

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционно-издательской коллегии), Алексеев А.П., Арсентьева Н.Н., Аронова С.А., Видмарович Н.П., Гайдар В.А., Гелла Т.Н., Иванов А.Е., Исаева Н.И., Капустин А.Я., Ламан Н.А., Львова С.И., Маймескулова А.Л., Никифоров В.А., Оскотская Э.Р., Пастернак Е.Л., Пахарь Л.И., Пивень В.Ф., Погосян В.А., Поншон Т., Савина Е.А., Самбетбаев А.А., Сискос Е., Софиадис Н., Суяркулов Ш.Р., Тамин М., Уман А.И., Чекова-Демитрова И., Чельшева И.И., Ши Хуншен, Ямагучи Р.

Серия «Естественные, технические и медицинские науки»**Редакционно-издательская коллегия серии:**

Авдеев Ф.С. (главный научный редактор), Пузанкова Е.Н. (заместитель главного научного редактора), Дудина Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии), Билинский М., Вишневский В.И., Гайдар В.А., Горпинич А.Б., Зарубин А.Н., Затолокин В.Д., Колесникова А.Ф., Ладнова Г.Г., Ламан Н.А., Софиадис Н., Пузина Т.И., Самбетбаев А.А., Седов Е.Н., Снимщикова И.А., Суяркулов Ш.Р., Тыртышников Е.Е., Федотова И.Э., Шабанов Н.К.

Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки»: научный журнал. – Орёл: изд-во ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет». – 2014. – №3(59). – 321с.

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 – филологические 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.3
No.59

OREL – 2014

SCIENTIFIC NOTES

OF OREL STATE UNIVERSITY

SCIENTIFIC JOURNAL

Vol.3 - No.59

Editorial Board:

Avdeyev F.S. (scientific editor-in-chief), Puzankova E.N. (scientific deputy editor-in-chief), Dudina E.F. (scientific secretary of the editorial board), Alekseev A.P., Arsent'yeva N.N., Aronova S.A., Vidmarovich N.P., Gaydar V.A., Gella T.N., Ivanov A.E., Isayeva N. I., Kapustin A.Ya., Laman N.A., L'vova S.I., Maymeskulova A.L., Nikiforov V.A., Oskotskaya E.R., Pasternak E.L., Pakhar' L.I., Piven' V.F., Pogosyan V.A., Ponshon T., Savina E.A., Sambetbayev A.A., Siskos E., Sophiadis N., Suyarkulov Sh.P., Tamin M., Uman A.I., Chekova-Demistrova I., Chelysheva I.I., Shi Hunshen, Yamaguchi R.

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), Dudina E.F. (scientific secretary of the editorial board), Bilinsky M., Vishnevsky V.I., Gaydar V.A., Gorpnich A.B., Zarubin A.N., Zatolokin V.D., Kolesnikova A.F., Ladnova G.G., Laman N.A., Sophiadis N., Puzina T.I., Repin O.A., Sambetbayev A.A., Sedov E.N., Snimschikova I.A., Suyarkulov Sh.P., Fedotova I.E., Shabanov N.K.

Scientific Notes of Orel State University. Series «Natural, technical and medical sciences»: scientific journal. – Orel: FSBES HPE «Orel State University». – 2014. – №3(59) – 321p.

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, 2014

© Orel State University, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

01.00.00 – ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

С.К. Абдуллаев, Б.К. Азарзаев ТЕОРЕМА СОБОЛЕВА-ИЛЬИНА ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛОВ РИССА С ОБОБЩЕННЫМ СДВИГОМ И ПОЧТИ МОНОТОННЫМ ЯДРОМ	11
Н.А. Аксёнов КОМПЛЕКСНАЯ ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ	15
Е.В. Александрова, И.И. Зубова О ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ В АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ	20
И.В. Гайдамакина НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ	22
Е.Н. Грибанов, О.И. Марков, Э.Р. Оскотская, Ю.В. Хрипунов ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАНОКЛАСТЕРОВ ВИСМУТА ПРИ ГИДРИРОВАНИИ ПО ДАННЫМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	29
С.А. Долгова УЧЕТ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ БАНКОВСКИХ ЗАЕМЩИКОВ	33
О.В. Иванцов, В.М. Радыгин, П.В. Бочков, Т.М. Парамохина ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯМИ КОМБИНАЦИЙ ЦИКЛОВОЙ ФАЗЫ ...	37
Н.В. Корнеев МЕТОД ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРОЕКТОВ ЗАЩИТЫ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА	43
П.С. Корчагин, О.И. Марков, Ю.В. Хрипунов, Б.А. Логинов МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ДИСЛОКАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ АСМ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ТИПА ВИСМУТА	48
А.П. Кузьменко, Н.А. Леоненко, И.В. Храпов ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОЙ ДЕФРАГМЕНТАЦИИ, ТЕРМОКАПИЛЛЯРНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ И АГЛОМЕРАЦИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ЗОЛОТА ИЗ ДИСПЕРСНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ.	52
Д.И. Максимов, Ю.А. Стекольников, С.В. Гришин РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ТЕПЛОВЫЕ ПОЛЯ ТЕПЛОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА.	58
В.Г. Малинин, Н.А. Малинина, Д.В. Мавлюбердинов, Д.К. Петров УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛИРУЕМОГО СЛОЖНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ	61
Е.А. Машков, А.А. Машков РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АППРОКСИМАЦИИ ФУНКЦИИ СКОРОСТИ УСТАНОВИВШЕГОСЯ КРУГОВОГО ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ	65
С.Н. Мишин ПОРЯДОК И ТИП СУММЫ И ПРОИЗВЕДЕНИЯ КОММУТИРУЮЩИХ ОПЕРАТОРОВ	70
С.Н. Мишин ПОРЯДКИ И ТИПЫ НЕКОТОРЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ПРОСТРАНСТВАХ НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ	72
И.Н. Молчанов МОДЕЛЬ НИЗКОПЛОТНОСТНОГО КОДА НА ГРАФЕ ТАННЕРА, РАЗВЕРНУТОГО ПО ИТЕРАЦИЯМ ДЕКОДИРОВАНИЯ	74
А.Н. Нестеренко АЛГОРИТМ ПРИЕМА МИМО-OFDM-СИГНАЛОВ, ОСНОВАННЫЙ НА ДЕМОДУЛЯЦИИ СОВМЕСТНО С ДЕКОДИРОВАНИЕМ.	78
В.Ф. Пивень, Д.Г. Лекомцев ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СОВЕРШЕННОЙ СКВАЖИНЫ В АНИЗОТРОПНОМ ОДНОРОДНОМ ПЛАСТЕ ГРУНТА*	83
А.А. Проскурин МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕКОДЕРА НИЗКОПЛОТНОСТНЫХ КОДОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ	89
О.Д. Соломатин ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСТА ЦЕЛОЙ ВЕКТОРНОЗНАЧНОЙ ФУНКЦИИ НУЛЕВОГО ПОРЯДКА	92
И.И. Чернобровкина РОЛЬ, МЕСТО И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ»	96
В.Н. Юшин, В.Д. Селютин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	99

03.00.00 – БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

М.Н. Абадонова СООБЩЕСТВА С УЧАСТИЕМ НЕОТТИАНТНЕ CUCULLATA (L.) SCHLECH. (ORCHIDACEAE) И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЕЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	102
В.И. Радыгина, Н.М. Державина, Т.А. Цуцупа АГАРИКОИДНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	107
И.Г. Кириллова, Т.И. Пузина, П.С. Прудников УЧАСТИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ SOLANUM TUBEROSUM В ОПТИМАЛЬНЫХ И СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ	109

Л.Л. Киселева, А.В. Щербаков, Н.И. Золотухин, Л.А. Лепешкина НОВЫЕ ВИДЫ И НОВЫЕ МЕСТОНаХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2013 ГОДУ	113
Г.Г. Ладнова, В.В. Силютин, М.Н. Гладских ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЗДОРОВЬЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ СТЕПЕНИ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	118
П.С. Прудников, А.А. Попкова, Л.В. Гольшикина, Е.Н. Джигадло ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СЛИВЫ И АБРИКОСА К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ	122
Т.И. Пузина, И.Ю. Макеева, О.С. Азарова РОСТОВЫЕ РЕАКЦИИ <i>SOLANUM TUBEROSUM</i> НА ДЕЙСТВИЕ КОФЕЙНОЙ КИСЛОТЫ	126
А.А. Таканаев, Е.И. Юшкова, М.А. Яроватая ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ НИТРОЗАМИНОВ	129
А.А. Шелест, М.Ю. Шелест К ВОПРОСУ ОБ ИНТРОДУКЦИИ СОРТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДНЫХ ФОРМ ВИНОГРАДА ГРУППЫ <i>VITIS VINIFERA</i> SUBSP. <i>SATIVA</i> В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ	131

06.00.00 – СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

И.Н. Арбузов, В.Н. Масалов, С.В. Мошкина, Н.А. Малахова, Е.И. Кривоплясов ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНУЮ И РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	138
М.В. Воронкова ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ГЛИКОАЛКАЛОИДОВ В КАРТОФЕЛЕ	142
Н.Г. Друшляк, В.И. Крюков, Е.А. Саушкина ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА КАППА-КАЗЕИН У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	145
Н.В. Ермакова СЕЗОННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	148
С.Н. Коношина, Н.Л. Хилкова, Е.Г. Прудникова АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТОВОГО ОПАДА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	152
А.Б. Кривошеева, Н.О. Юрьева, Г.И. Соболева, Д.В. Беляев РОСТ ТРАНСГЕННОГО КАРТОФЕЛЯ С КАТИОН-ПРОТОННЫМ АНТИПОРТЕРОМ <i>HVNHX2</i> ПРИ ЗАСОЛЕНИИ	156
М.Ю. Липовецкий, В.Р. Кочкарёв ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СЕНА	161
Л.А. Нечаев, О.В. Острикова, В.И. Коротеев, А.Н. Мордовин БИОЛОГИЗАЦИЯ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	164
О.В. Острикова, И.Э. Федотова, О.В. Лыкова ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ОТДАЛЁННЫХ ГИБРИДОВ ВИШНИ НА ЭТАПЕ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i>	169
Н.Е. Павловская, И.В. Горькова, И.Н. Газарина, А.Ю. Аврилова, К.Н. Козьявина, Е.Г. Прудникова БИОФЛАВОНОИДЫ СОЛОМЫ ГРЕЧИХИ В СОЗДАНИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ	174
Г.А. Симонов, В.С. Никульников, М.Ш. Магомедов, П.А. Алигазиева ШРОТ ПОДСОЛНЕЧНИКОВЫЙ ПОСЛЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В РАЦИОНЕ ЛАКТИРУЮЩИХ СВИНОМАТОК	177
Л.П. Степанова, Е.В. Яковлева, Е.А. Коренькова, А.И. Мышкин ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕНЕЗА НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД	181
И.Э. Федотова, Л.А. Нечаев, В.И. Коротеев, А.Н. Мордовин О ЗЕМЛЕДЕЛИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	185
М.Ю. Шелест, А.А. Шелест СФЕРА УСЛУГ ПО ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНУ В РЕГИОНАХ С НЕВЫСОКИМ ЖИЗНЕННЫМ УРОВНЕМ	191

14.00.00 – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

А.В. Борсуков, И.Е. Торшина, Т.Д. Гельт, Т.М. Бусько КЛИНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ТЕРАПИИ И ДЕРМАТОЛОГИИ	194
В.И. Вишневецкий, О.А. Булгакова ОСОБЕННОСТИ АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ (ПО ДАННЫМ ОТДЕЛЕНИЯ РЕВМАТОЛОГИИ БУЗ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТНАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА»)	199
Н.Н. Гончаров, Р.А. Бубенчиков ИЗУЧЕНИЕ АНТИПРОЛИФЕРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИСАХАРИДНОГО КОМПЛЕКСА ТРАВЫ КУЛЬБАБЫ ОСЕННЕЙ	203
Н.А. Коньшко АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ И ОЖИРЕНИЕМ	205
М.Ю. Коротких, А.С. Ступин СВЯЗАННОЕ СО ЗДОРОВЬЕМ КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ДЕТЕЙ С ЭПИЛЕПСИЕЙ	209

А.С. Косова, Р.Н. Степанова, Л.П. Тарасова, Н.Н. Смолечкова ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ И АНАМНЕСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ПОВЫШЕНИЕМ РИСКА РАЗВИТИЯ ПРЕЭКЛАМПСИИ (ПЭ)	212
В.Н. Левченко, В.Н. Бубенчикова ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ ТРАВЫ ХОНДРИЛЛЫ СИТНИКОВИДНОЙ (CHONDRILLAE JUNCEAE L.)	221
Е.В. Майсак, А.В. Борсуков УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА ТЭТОС У ПАЦИЕНТОВ С ВЕГЕТОСУДИСТОЙ ДИСТОНИЕЙ.	223
А.В. Мамошин, А.Л. Альянов, А.В. Борсуков АНТЕГРАДНАЯ БАЛЛОННАЯ ПЛАСТИКА СТРИКТУРЫ БИЛИОДИГЕСТИВНОГО АНАСТОМОЗА	228
В.В. Масляков, В.Г. Барсуков, С.А. Суханов, К.Г. Куркин ОСОБЕННОСТИ РЕЦЕПТОРОВ ТРОМБОЦИТОВ В БЛИЖАЙШЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТРАВМАМИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ	232
И.В. Михайлов, В.С. Евсеев, М.А. Халилов, Е.А. Улаева, М.В. Евсеев ИССЛЕДОВАНИЕ ВКУСОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА	236
Т.Г. Морозова, А.В. Борсуков ЭЛАСТОГРАФИЯ ПРИ ЭНДОСОНОГРАФИИ ОРГАНОВ ГЕПАТОПАНКРЕАТОДУОДЕНАЛЬНОЙ ЗОНЫ: НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ.	239
М.А. Некрасов ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ (СОВЕТСКИЙ И СОВРЕМЕННЫЙ РОССИЙСКИЙ ПЕРИОДЫ)	244
Т. А. Позднякова, Р. А. Бубенчиков ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ ГЕРАНИ СИБИРСКОЙ (GERANIUM SIBIRICUM L.)	250
И.Л. Привалова, А.П. Симоненков, А.Б. Горпинич, С.В. Мангилев ВЛИЯНИЕ СЕРОТОНИНА АДИПИНАТА НА ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ УЧАСТКОВ ТОНКОЙ КИШКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОСТРОЙ КИШЕЧНОЙ НЕПРОХОДИМОСТИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ	254
В.И. Соловьев, А.В. Борсуков, М.А. Сафонова СОНОЭЛАСТОГРАФИЯ – ЦЕНТРАЛЬНОЕ НОВОЕ ЗВЕНО В ПРЕДОПЕРАЦИОННОМ АЛГОРИТМЕ У ПАЦИЕНТОВ С ПОДОЗРЕНИЕМ НА ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ	259
Ю.А. Старчак, В.Н. Бубенчикова, Е.С. Лапина ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТРАВЫ ТИМЬЯНА МАРШАЛЛА (THYMUS MARCHALLIANUS WILLD)	263
Д.Р. Хусаинов, И.И. Кореньюк, И.В. Черетаев, О.В. Катюшина, О.И. Колотилова ОСОБЕННОСТИ ПСИХОАКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АСПИРИНА В УСЛОВИЯХ БЛОКАДЫ D ₂ -, 5HT ₃ - И 5HT ₄ -РЕЦЕПТОРОВ	267
В.В. Чупак ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТЕМПОРАЛЬНОЙ РЕЦЕПТУРЫ МУНИЦИПАЛЬНОЙ АПТЕКИ МУП «АПТЕКА №1» Г. ОРЛА.	271
В.Е. Шаробаро, Г.Н. Федоров, В.Н. Григорьева, Н.М. Соснина, А.В. Алехнович КЛИНИКО-ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА У ДЕТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ И СТАДИИ РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ	277
25.00.00 – НАУКИ О ЗЕМЛЕ	
Т.А. Кузнецова, Л.Н. Трофимец, А.В. Тарасов ДИАГНОСТИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В ПОРЕФОРМЕННОЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ).	283
К.А. Макарова ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКАХ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ	293
В.Г. Небытов, А.Л. Кузнецов, Л.А. Кузнецова ВКЛАД ЗЕМСКОГО ПОЧВОВЕДА И.К. ФРЕЙБЕРГА В ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ ОРЛОВСКОЙ ГУБЕРНИИ.	297
Е.Ю. Новенко, О.В. Руденко, Е.М. Волкова, И.С. Зюганова ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОРЛОВСКОЕ ПОЛЕСЬЕ» В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ	302
Л.Н. Трофимец, Е.А. Паниди, В.Н. Милентьев ПОЛЕВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКЛОНОВОГО СМЫВА В ЗОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗА И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА	311
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ.	318
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ	319
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ	320

CONTENTS

01.00.00 – PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

<i>S.K. Abdullaev, B.K. Agarzayev</i> SOBOLEV-IL'IN THEOREM FOR RIESZ POTENTIALS WITH GENERALIZED SHIFT AND ALMOST MONOTONE KERNEL	11
<i>N.A. Aksyonov</i> COMPLEX CAUCHY PROBLEM FOR THE INHOMOGENEOUS INTEGRO-DIFFERENTIAL-OPERATOR EQUATION.....	15
<i>E.V. Alexandrova, I.I. Zubova</i> ABOUT TEACHING MATHEMATICS IN AGRARIAN UNIVERSITY	20
<i>I.V. Gaydamakina</i> SCIENTIFIC POTENTIAL OF CENTRAL RUSSIA: MATHEMATICAL EVALUATION METHODS	22
<i>E.N. Griбанov, O.I. Markov, E.R. Oskotskaya, Yu.V. Hripunov</i> CHANGE OF ENERGY PARAMETERS OF BISMUTH'S NANOCCLUSERS IN THE HYDROGENATION BY THE DATA OF QUANTUM-CHEMICAL MODELING.	29
<i>S.A. Dolgova</i> CONSIDERATION OF RISK AND UNCERTAINTY IN ASSESSING THE VIABILITY OF BANK BORROWERS	33
<i>O.V. Ivantsov, V.M. Radigin, P.V. Bochcov, T.M. Paramochina</i> EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF IDENTIFYING M- SEQUENCES PERFORMED BY DETERMINANTS OF CYCLIC PHASING COMBINATIONS.....	37
<i>N.V. Korneev</i> THE METHOD OF ESTIMATING ALTERNATIVE PROJECTS OF PROTECTING THE FIRM DATA PROCESSING ON THE BASIS OF THE MULTICRITERIA ANALYSIS	43
<i>P.S. Korchagin, O.I. Markov, Yu.V. Hripunov, B.A. Loginov</i> THE METHOD OF DETERMINING THE DIRECTIONS OF DISLOCATIONS WITH AFM IN SINGLE CRYSTALS OF TYPE BISMUTH	48
<i>A.P. Kuzmenko, N.A. Leonenko, I.V. Khrapov</i> PHYSICAL MODEL OF LASER DEFRAGMENTATION THERMOCAPILLARY EXCLUDING AND AGGLOMERATION SUPERDISPERSED GOLD FROM DISPERSED MINERAL.....	52
<i>D.I. Maksimov, Yu.A. Stekolnikov, S.V. Grishin</i> PERFORMANCE AND THERMAL FIELDS OF THERMAL CHEMICAL POWER SOURCES.....	58
<i>V.G. Malinin, N.A. Malinina, D.V. Mavlyuberdinov, D.K. Petrov</i> UNIVERSAL TEST MACHINE FOR INVESTIGATION MATERIAL UNDER CONTROLLED COMPLEX LOAD AND HIGH HYDROSTATIC PRESSURE ..	61
<i>E.A. Mashkov, A.A. Mashkov</i> SOLVING THE APPROXIMATION PROBLEM OF VELOCITY FUNCTION OF STEADY CIRCULAR MOTION OF VISCOUS INCOMPRESSIBLE FLUID BY UNKNOWN COEFFICIENT METHOD	65
<i>S.N. Mishin</i> THE ORDER AND TYPE OF SUM AND PRODUCTION OF COMMUTATING OPERATORS	70
<i>S.N. Mishin</i> ORDERS AND TYPES OF SOME INTEGRAL OPERATORS IN SPACES OF CONTINUOUS FUNCTIONS	72
<i>I.N. Molchanov</i> THE LDPC CODE MODEL ON THE TANNER GRAPH DEVELOPED ON ITERATION DECODING.....	74
<i>A.N. Nesterenko</i> ALGORITHM OF MIMO-OFDM SIGNALS RECEPTION, PROVIDING JOINT DEMODULATION AND DECODING	78
<i>V.F. Piven, D.G. Lekomtcev</i> RESEARCH WORK OF A PERFECT WELL IN AN ANISOTROPIC HOMOGENEOUS SOIL LAYER	83
<i>A.A. Proskurin</i> MATHEMATICAL MODEL OF LDPC CODES DECODER, USED IN BACKBONE FIBER OPTIC NETWORKS	89
<i>O.D. Solomatina</i> CHARACTERISTICS OF AN ENTIRE VECTOR-VALUED FUNCTION OF ZERO ORDER.....	92
<i>I.I. Chernobrovkina</i> THE ROLE, PLACE AND CONTENT OF DISCIPLINE "GENETIC ALGORITHMS"	96
<i>V.N. Yushin, V.D. Selyutin</i> THE APPLICATION OF STOCHASTIC FUNCTIONS AT STUDYING DYNAMIC SYSTEMS	99

03.00.00 – BIOLOGICAL SCIENCES

<i>M.N. Abadonova</i> PLANT COMMUNITIES WITH NEOTTIANTHE CUCULLATA (L.) SCHLECH. (ORCHIDACEAE) AND THE ESTIMATION OF ITS CENOPOPULATION IN OREL REGION.....	102
<i>V.I. Padygina, N.M. Derzhavina, T.A. Tsutsupa</i> AGARICALE MACROMYCETES OF OREL REGION	107
<i>I.G. Kirillova, T.I. Puzina, P.S. Prudnikov</i> THE ENGAGEMENT OF LOW-MOLECULAR ANTIOXIDANTS IN REGULATION OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROCESSES OF SOLANUM TUBEROSUM IN THE OPTIMAL AND STRESSFUL ENVIRONMENTAL CONDITIONS	109
<i>L.L. Kiselyova, A.V. Scherbakov, N.I. Zolotukhin, L.A. Lepeshkina</i> NEW SPECIES AND NEW SITES OF RARE AND PROTECTED PLANTS OF THE OREL AREA IN 2013	113

G.G. Ladnova, V.V. Silyutina, M.N. Gladskikh THE USE OF NONINVASIVE METHODS OF INVESTIGATING THE POPULATION HEALTH AS AN INDICATOR OF THE LEVEL OF GENOTOXICITY ENVIRONMENT.....	118
P.S. Prudnikov, A.A. Popkova, L.V. Golyshkina, E.N. Dzhigadlo PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASSESSMENT OF PLUM AND APRICOT RESISTANCE TO STRESS ENVIRONMENTAL FACTORS.....	122
T.I. Puzina, I.Y. Makeeva, O.C. Azarova GROWTH RESPONSE OF SOLANUM TUBEROSUM TO CAFFEINE ACID ACTIVITY.....	126
A.A. Takanaev, E.I. Yushkova, M.A. Yarovataya STUDIES OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF HETEROCYCLIC NITROSAMINES	129
A.A. Shelest, M.Y. Shelest TO A QUESTION OF AN GRADES INTRODUCTION AND PERSPECTIVE HYBRID FORMS OF VITIS VINIFERA SUBSP GROUP. SATIVA IN A MIDLAND OF RUSSIA	131
06.00.00 – AGRICULTURAL SCIENCES	
I.N. Arbuzov, V.N. Masalov, S.V. Moshkina, N.A. Malahova, E.I. Krivoplyasov INFLUENCES OF TECHNOLOGY FACTORS ON CATTLE PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE FUNCTION	138
M.V. Voronkova THE DYNAMICS OF ACCUMULATION OF GLYCOALKALOIDS IN POTATOES.....	142
N.G. Drushljak, V.I. Kryukov, E.A. Saushkina POLYMORPHISM OF KAPPA-CASEIN IN CATTLE IN THE ORYOL REGION.....	145
N.V. Ermakova SEASONALITY AND TECHNOLOGICAL STRESS IN THE STOCK RAISING	148
S.N. Konoshina, N.L. Khilkova, E.G. Prudnikova ALLELOPATHIC ACTIVITY OF LEAF LITTER FALL OF WOODY PLANTS IN ORYOL REGION.....	152
A.B. Krivosheyeva, N.O. Yur'eva, G.I. Sobol'kova, D.V. Belyaev THE GROWTH OF POTATO WITH CATION-PROTONIC ANTIporter HVNHX2 IN CASE OF SALINITY	156
M.U. Lipovetski, V.R. Kochkaryov ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF IMPROVING THE TECHNOLOGY OF PREPARING HAY	161
L.A. Nechaev, O.V. Ostrikova, V.I. Koroteyev, A.N. Mordovin BIOLOGIZATION IN ADAPTIVE-LANDSCAPE AGRICULTURE	164
O.V. Ostrikova, I.E. Fedotova, O.V. Lykova MICROCLONAL REPRODUCTION FEATURES OF THE REMOTE CHERRY HYBRIDS AT INTRODUCTION STAGE <i>IN VITRO</i> CULTURE	169
N.E. Pavlovskaya, I.V. Gorkova, I.N. Gagarina, A.Y. Gavrilova, K.N. Kozyavina, E.G. Prudnikova BIOFLAVONOIDS OF BUCKWHEAT STRAW IN CREATING MEANS OF PROTECTING CROPS.....	174
G.A. Simonov, V.S. Nikulnikov, M.H. Magomedov, P.A. Aligasieva SUNFLOWER MEAL AFTER THE ADDITIONAL MECHANICAL PROCESSING IN LACTATING SOWS' DIET.....	177
L.P. Stepanova, E.V. Yakovleva, E.S. Cherny, E.A. Korenkova, A.I. Myshkin ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF TECHNOGENESIS ON THE SURFACE WATER AND GROUNDWATER.....	180
I.E. Fedotova, L.A. Nechaev, V.I. Koroteyev, A.N. Mordovin ABOUT AGRICULTURE OF THE OREL REGION	185
M.Y. Shelest, A.A. Shelest THE SERVICE INDUSTRY IN THE FIELD OF LANDSCAPING IN REGIONS WITH THE LOW STANDARD OF LIVING.....	190
14.00.00 – MEDICAL SCIENCES	
A.V. Borsukov, I.E. Torshina, T.D. Gelt, T.M. Busko CLINICAL ABILITIES OF LASERDOPPLER VISUALIZATION IN THERAPY AND DERMATOLOGY.....	194
V.I. Vishnevskiy, O.A. Bulgakova THE FEATURES OF ANTIHYPERTENSIVE THERAPY IN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS (BASED ON THE DATA OF RHEUMATOLOGICAL DEPARTMENT, OREL REGIONAL HOSPITAL).....	199
N.N. Goncharov, R.A. Bubenchikov STUDY OF ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITY OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDE COMPLEXES OF HERBS LEONTODONAUTUMNALIS... ..	203
N.A. Konyshko THE ANALYSIS OF THE LEFT VENTRICLE SYSTOLIC AND DIASTOLIC FUNCTIONS IN PREGNANT WOMEN WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND OBESITY	205
M.Yu. Korotkikh, A.S. Stupin HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE FOR CHILDREN WITH EPILEPSY	209
A.S. Kosova, R.N. Stepanova, L.P. Tarasova, N.N. Smolechkova IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF SOCIO-BIOLOGICAL FACTORS AND MATERNAL HISTORY ASSOCIATED WITH INCREASED RISK OF PREECLAMPSIA (PE)	212
V.N. Levchenko, V.N. Bubenchikova STUDY OF ORGANIC ACIDS OF CHONDRILLAE JUNCEAE L. HERB	221

E.V. Maisak, A.V. Borsukov THE IMPROVED METHOD OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION WITH FEEDBACK IN PATIENTS WITH VEGETATIVEVASCULAR DYSTONIA.....	223
A.V. Mamoshin, A.L. Alyanov, A.V. Borsukov ANTEGRADE BALLONNY PLASTIC OF THE BILIODIGESTIVE ANASTOMOSIS STRICTURE	228
V.V. Maslyakov, V.G. Barsukov, S.A. Sukhanov, K.G. Kurkin FEATURES OF RECEPTORS OF PLATELETS IN THE NEXT POSTOPERATIVE PERIOD AT PATIENTS WITH VARIOUS INJURIES OF THE THORAX	232
I.V. Mikhaylov, V. S. Yevseyev, M.A. Khalilov, E.A. Ulaeva, M. V. Yevseyev RESEARCH OF FLAVORING SENSITIVITY OF THE PERSON	236
T.G. Morozova, A.V. Borsukov ELASTOGRAPHY IN ENDOSONOGRAPHY OF HEPATOPANCREATODUODENAL ZONE: NEW DIRECTION IN DIAGNOSTIC	239
M.A. Nekrasov THE MAIN HISTORY STAGES OF MENTAL SERVICE DEVELOPMENT IN OREL REGION (SOVIET AND PRESENT RUSSIAN PERIODS)	244
T. A. Pozdnyakova, R.A. BuBEnChikov VALIDATION OF THE METHOD OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE SUM OF FLAVONOIDS IN THE HERB GERANIUM SIBIRICUM L.	250
I.L. Privalova, A.P. Simonenkov, A.B. Gorpinich, S.V. Mangilev SEROTONIN ADIPINATE EFFECT ON THE ALTERNATION OF FUNCTIONAL INTERRELATIONS IN PARTS OF SMALL INTESTINE IN EXPERIMENTAL SIMULATION OF ACUTE INTESTINAL OBSTRUCTION	254
V.I. Solovye, A.V. Borsukov, M.A. Safronova SONOELASTOGRAPHY – A CENTRAL NEW ELEMENT IN THE PREOPERATIVE ALGORITHM IN PATIENTS WITH SUSPECTED BREAST CANCER.	259
Yu. A. Starchak, V.N. Bubenchikova, E.S. Lapina STUDY OF THE HERB ANATOMIC STRUCTURE OF THYMUS MARCHALLIANUS WILLD.	263
D.R. Khusainov, I.I. Koreniuk, I.V. Cheretaev, O.V. Katiushina, O.I. Kolotilova THE ROLE OF D ₂ -, 5HT ₃ - AND 5HT ₄ -RECEPTORS IN GENERATION ASPIRIN'S PSYCHOACTIVE EFFECT.	267
V.V. Chupak THE STUDY OF EXTEMPORAL PRESCRIPTIONS OF MUNICIPAL PHARMACY MUP «PHARMACY N 1», OREL	271
V.E. Sharobaro, G.N. Fedorov, V.N. Grigoryeva, N.M. Sosnina, A.V. Alekhnovich CLINICAL AND IMMUNOLOGICAL FEATURES OF ATOPIC DERMATITIS IN CHILDREN, DEPENDING ON THE FORM AND STAGE OF THE DISEAS.	277
25.00.00 – SCIENCES ABOUT THE EARTH	
T.A. Kuznetsova, L.N. Trofimetz, A.V. Tarasov THE DIAGNOSIS OF CHANGES IN QUALITY OF LIFE AND QUALITY OF A HABITAT IN THE POST-REFORM RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF OREL REGION)	283
K.A. Makarova ORGANIZATION OF THE ECOTOURISM ACTIVITIES IN THE NATIONAL PARKS OF RUSSIA: PROBLEMS AND SOLUTIONS	293
V.G. Nebytov, A.L. Kuznetsov, L.A. Kuznetsova THE CONTRIBUTION OF SOIL SCIENTIST I.K. FREJBERG IN RESEARCHES OF SOIL OF THE OREL PROVINCE.	297
E.Yu. Novenko, O.V. Rudenko, E.M. Volkova, I.S. Zyuganova VEGETATION DYNAMICS IN THE «ORLOVSKOYE POLESYE» NATIONAL PARK IN LATE HOLOCENE	302
L.N. Trofimetz, E.A. Panidi, V.N. Milentev THE FIELD EXPERIMENTAL STUDY OF THE SLOPE IN THE ZONE OF SPREADING OF PALEOCRYOGENESIS AND THE MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE RELIEF.	311

УДК 517.44

UDC 517.44

С.К. АБДУЛЛАЕВ

доктор физико-математических наук, профессор,
кафедра математического анализа, Бакинский госу-
дарственный университет им. М.Э. Расулзаде
E-mail: Sadig.Abdullaev@mail.ru

Б.К. АГАРЗАЕВ

преподаватель, кафедра информационных техноло-
гий, Азербайджанский институт туризма

S.K. ABDULLAEV

Doctor of physical and mathematical sciences, professor
of department of the mathematical analysis, Baku state
university named after M.I. Rasulzade
E-mail: Sadig.Abdullaev@mail.ru

B.K. AGARZAYEV

teacher of department of the information technologies,
Azerbaijan tourism institute

ТЕОРЕМА СОБОЛЕВА-ИЛЬИНА ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛОВ РИССА С ОБОБЩЕННЫМ СДВИГОМ И ПОЧТИ МОНОТОННЫМ ЯДРОМ

SOBOLEV-IL'IN THEOREM FOR RIESZ POTENTIALS WITH GENERALIZED SHIFT AND ALMOST MONOTONE KERNEL

В работе для обобщенных потенциалов Рисса с почти монотонными ядрами, порожденных оператором обобщенно-го сдвига, ассоциированного с дифференциальным оператором Лапласа-Бесселя, доказываются теоремы типа теоремы Соболева-Ильина в случае, когда оператор обобщенного сдвига берется по произвольному набору переменных.

Ключевые слова: потенциал Рисса, обобщенный сдвиг, пространство Орлича, почти монотонное ядро.

In this work established the analogue of the second theorem of Sobolev for Riesz potentials with generalized shift and almost monotone kernel associated with Laplace-Bessel differential operator. Here is considered the case when the operator of the generalized shift acts on arbitrary variables.

Keywords: Riesz potential, generalized shift, Orlicz space, almost monotone kernel.

1. Введение. Пусть R^n – евклидово пространство размерности n ($n \geq 1$); $m \geq 0$, $k \geq 1$ – целые числа;

$$R_{m+k,k}^+ = \{(x_1, \dots, x_m, x_{m+1}, \dots, x_{m+k}) \in R_{m+k} : x_{m+1} > 0, \dots, x_{m+k} > 0\};$$

$$T^S(u(x)) = c_v \int_0^\pi \dots \int_0^\pi u(x' - s', \sqrt{x_{m+1}^2 - 2x_{m+k}S_{m+k} \cos \alpha_1 + S_{m+1}^2}, \dots,$$

$$\dots, \sqrt{x_{m+k}^2 - 2x_{m+k}S_{m+k} \cos \alpha_k + S_{m+k}^2}) \times$$

$\times \sin^{v_{m+1}-1} \alpha_1 \dots \sin^{v_{m+k}-1} \alpha_k d\alpha_1 \dots d\alpha_k$ – оператор обобщенного сдвига, порожденный оператором Лапласа-Бесселя [7]:

$$\Delta_{B_{m+k,k}}(x) = \sum_{j=1}^m \frac{d^2}{dx_j^2} + \sum_{j=m+1}^{m+k} \left(\frac{d^2}{dx_j^2} + \frac{\gamma_j}{x_j} \frac{d}{dx_j} \right),$$

$$x \in R_{m+k,k}^+, \gamma_{m+1} > 0, \dots, \gamma_{m+k} > 0,$$

$$x = (x', x_{m+1}, \dots, x_{m+k}), s = (s', s_{m+1}, \dots, s_{m+k}),$$

$$x', s' \in R_m, |\gamma_{k,n}| = \gamma_{m+1} + \dots + \gamma_{m+k},$$

C_v – нормирующий множитель.

Для полноты рассуждений когда $k = 0$ будем считать, что $R_{m+k,k}^+ \equiv R^m$ и T^y – обычный сдвиг: $T^y = f(x - y)$.

Когда $p \geq 1$ и $\alpha \geq 0$, обозначим через $\Omega_{p,\alpha}$ ($\tilde{\Omega}_{p,\alpha}$) [1] совокупность функций $\omega : (0, +\infty) \rightarrow (0, +\infty)$ таких, что

$\omega(t)$ возрастает (почти возрастает), $t^{-\frac{\alpha+\varepsilon}{p}} \omega(t)$ убывает (почти убывает) для некоторого числа $\varepsilon > 0$ и сходится интеграл $\int_0^\infty \omega(t) t^{-1} dt$.

Отметим, что положительная функция $g(t)$ почти убывает (почти возрастает) на множестве $X \subset (0, +\infty)$, если существует постоянная $c > 0$ такая, что

$g(t_2) \leq g(t_1)$ ($g(t_1) \leq g(t_2)$), для любых $t_1, t_2 \in X$, когда $t_1 < t_2$.

Очевидно, что $\Omega_{p,\alpha} \subset \tilde{\Omega}_{p,\alpha}$ и если $\omega \in \tilde{\Omega}_{p,\alpha}$, то $\omega(2t) \leq C\omega(t)$. Кроме того, $\tilde{\Omega}_{p,\alpha} \subset \tilde{\Omega}_{1,\alpha}$, когда $p \geq 1, \alpha > 0$.

Пусть $\omega \in \tilde{\Omega}_{p,m+k+|\gamma_{k,n}|}$. Рассмотрим обобщенный потенциал Рисса

$$(I_B^\omega f)(x) = \int_{R_{m+k,k}^+} f(y) T^y \left(\frac{\omega(x)}{|x|^{m+k+|\gamma_{k,n}|}} \right) d\mu(y),$$

$x \in R_{m+k,k}^+$, $d\mu(y) = y_{m+1}^{\gamma_{m+1}} \dots y_{m+k}^{\gamma_{m+k}} dy$, $dy = y_1 \dots y_{m+k}$.

Потенциал Рисса I_B^ω в случае $\omega(t) = t^\alpha$, $\alpha > 0$, рассмотрен в [4].

Обозначим через $L_{\gamma}^\Phi(R_{m+k,k}^+)$ – пространство Орлича [6], порожденное N – функцией Φ :

$$L_v^\Phi(R_{m+k,k}^+) = \left\{ f : \text{изм.} \int_{R_{m+k,k}^+} \Phi(\varepsilon |f(x)|) d\mu(y) < \infty, \varepsilon > 0 \right\},$$

$$\|f\|_{L_v^\Phi(R_{m+k,k}^+)} = \inf \left\{ \lambda > 0 : \int_{R_{m+k,k}^+} \Phi \left(\frac{|f(x)|}{\lambda} \right) d\mu(y) \leq 1 \right\}.$$

При $\Phi(t) = |t|^p$, $t > 0$ и $1 \leq p < +\infty$, $L_{p,\gamma}^\Phi(R_{m+k,k}^+)$ есть $L_{p,\gamma}(R_{m+k,k}^+)$ – пространство функций, интегрируемых в p -ой степени с весом $y_{m+1}^{\gamma_{m+1}} \dots y_{m+k}^{\gamma_{m+k}}$. Как известно [2], обобщенные потенциалы Рисса – Бесселя с нестепенными ядрами (даже обычные потенциалы Рисса с такими ядрами [9]) не действуют, вообще говоря, в шкале $L_{p,\gamma}$ -пространств.

Из результатов работ [2],[3] следует

Теорема А. Пусть $1 \leq p < +\infty$ и $\omega \in \tilde{\Omega}_{p,m+k+|\gamma_{k,n}|}$. Тогда

существует

N – функция Φ такая, что

$$C^{-1}\Phi^{-1}\left(\frac{1}{r^\alpha}\right) \leq \frac{1}{r^\alpha} \int_0^r \frac{\omega(t)}{t} dt \leq C\Phi^{-1}\left(\frac{1}{r^\alpha}\right), \quad r > 0,$$

где $a = m + k + |\gamma_{k,n}|$, C – постоянная, не зависящая от r , и

а) если $p > 1$, то существует $C > 0$ такое, что

$$\|I_B^\omega f\|_{L_{p,\gamma}^+(R_{m+k,k}^+)} \leq C\|f\|_{L_{p,\gamma}^+}, \quad f \in L_{p,\gamma}^+(R_{m+k,k}^+);$$

б) существует $C > 0$ такое, что для любой функции $f \in L_{1,\gamma}^+(R_{m+k,k}^+)$ и для любого $\beta > 0$

$$\int_{\{x: |I_B^\omega f(x)| > 2\beta\}} d\mu(x) \leq \left\{ \Phi \left[\left(\frac{C}{\beta} \|f\|_{L_{1,\gamma}^+} \right)^{-1} \right] \right\}^{-1}.$$

Пусть $m + k \geq 2$. Положим $m + k = n$. Для каждого $s \in \{1, \dots, n-1\}$ разбиваем $R_{n,k}^+$ на прямую сумму пространств R_{s,k_s}^+ (точек ${}_s x = (x_{n_1}, \dots, x_{n_s})$ с координатами $x_{n_1}, \dots, x_{n_s}$, где $1 \leq n_1 < \dots < n_s \leq n$, и эти координаты фиксируются для дальнейших рассуждений) и $R_{n-s,k-k_s}^+$ (с координатами ${}_s x'$) так, что $x = \uparrow({}_s x, {}_s x') \in R_{n,k}^+$ по поводу обозначений см. в [8].

Пусть

$$m_s = \text{rang}(\{n_1, \dots, n_s\} \cap \{1, \dots, m\}),$$

$$k_s = \text{rang}(\{n_1, \dots, n_s\} \cap \{m+1, \dots, m+k\}),$$

Тогда m_s, k_s – целые числа такие, что $0 \leq m_s \leq m$, $0 \leq k_s \leq k$, $m_s + k_s = s$. Если $m_s > 0$ ($k_s > 0$), то полагаем

$$\{n_1, \dots, n_s\} \cap \{1, \dots, m\} = \{j_1, \dots, j_{m_s}\}, \quad j_1 < \dots < j_{m_s},$$

$$(\{n_1, \dots, n_s\} \cap \{m+1, \dots, m+k\}) = \{m+i_1, \dots, m+i_{k_s}\}, \quad i_1 < \dots < i_{k_s}.$$

Тогда очевидно ${}_s y = (y_{j_1}, \dots, y_{j_{m_s}}, y_{m+i_1}, \dots, y_{m+i_{k_s}})$ и

$$d{}_s y = dy_{j_1} \dots dy_{j_{m_s}} dy_{m+i_1} \dots dy_{m+i_{k_s}}.$$

Если $k_s > 0$, то полагаем $\gamma_{k_s,s} = (\gamma_{i_1}, \dots, \gamma_{i_{k_s}})$,

$$|\gamma_{k_s,s}| = \gamma_{i_1} + \dots + \gamma_{i_{k_s}}, \quad y^{\gamma_{k_s,s}} = y^{\gamma_{i_1}} \dots y^{\gamma_{i_{k_s}}},$$

$$d\mu_{k_s,s}(y) = y^{\gamma_{k_s,s}} dy_{m+i_1} \dots dy_{m+i_{k_s}}.$$

В этих обозначениях также полагаем

$$m'_s = m - m_s, \quad k'_s = k - k_s, \quad R_{s,k_s}^+ = R_{m_s+k_s,k_s}^+,$$

$$R_{n-s,k-k_s}^+ = R_{m'_s+k'_s,k'_s}^+.$$

Далее $\gamma_{k'_s,n-s}$ обозначается и выбирается из равенства

$$\gamma_{k,n} = \uparrow(\gamma_{k_s,s}, \gamma_{k'_s,n-s}) \quad \text{а} \quad y^{\gamma_{k'_s,n-s}} \quad \text{и} \quad d\mu_{k'_s,n-s}(y) \quad \text{из равенств}$$

$$y^{\gamma_{k,n}} = y^{\gamma_{m+1}} \dots y^{\gamma_{m+k}} = y^{\gamma_{k_s,s}} y^{\gamma_{k'_s,n-s}} \quad \text{и}$$

$$d\mu(y) = d\mu_{k_s,s}(y) d\mu_{k'_s,n-s}(y) \quad \text{соответственно.}$$

При этом считаем, что если $k_s = 0$, то множество $\{m+i_1, \dots, m+i_{k_s}\}$ пустое,

$$m_s = s, \quad \text{и} \quad \gamma_{k_s,s} = (0, \dots, 0), \quad y^{\gamma_{k_s,s}} = 1, \quad {}_s y = (y_1, \dots, y_s),$$

$$d\mu_{k_s,s}(y) = dy_1 \dots dy_s.$$

Аналогично считаем, что когда $m_s = 0$, множество

$$\{j_1, \dots, j_{m_s}\} \quad \text{пустое,} \quad k_s = s, \quad {}_s y = (y_{m+i_1}, \dots, y_{m+i_{k_s}}),$$

$$d\mu_{k_s,s}(y) = y^{\gamma_{k_s,s}} dy_{m+i_1} \dots dy_{m+i_{k_s}} = y^{\gamma_{s,s}} d{}_s y.$$

В дальнейшем неоднократно будем пользоваться следующими свойствами оператора T^y

$$T^y 1 = 1; \quad T^y(Cf) = CT^y(f), \quad C \in R;$$

$$T^y(|f|) \leq T^y(|g|), \quad \text{если} \quad |f| \leq |g|;$$

$$(T^y|f|)^p \leq (T^y|g|)^p;$$

$$T^{(z,t)} f(x, y) = T_x^z(T_y^t f(x, y)) = T_y^t(T_x^z f(x, y)).$$

$$\text{Всюду в дальнейшем} \quad \omega_s(t) = \omega(t) t^{-\frac{n-s+|\gamma_{k'_s,n-s}|}{p}}.$$

Основной результат работы состоит в следующем.

Теорема С. Пусть $s \in \{1, \dots, n-1\}$, $0 \leq m_s \leq m$,

$$0 \leq k_s \leq k, \quad m_s + k_s = s, \quad 1 \leq p < +\infty \quad \text{и} \quad \omega_s \in \tilde{\Omega}_{p, s+|\gamma_{k_s,s}|}.$$

Тогда существует N – функция Φ такая, что

$$C^{-1}\Phi^{-1}\left(\frac{1}{r^\alpha}\right) \leq \frac{1}{r^\alpha} \int_0^r \frac{\omega_s(t)}{t} dt \leq C\Phi^{-1}\left(\frac{1}{r^\alpha}\right), \quad r > 0,$$

где $a = s + |\gamma_{k_s,s}|$, C – постоянная, не зависящая от r , и

а) если $p > 1$, то существует $C > 0$ такое, что для

любой функции $f \in L_{p,\gamma_{k,n}}^+(R_{m+k,k}^+)$ и ${}_s x' \in R_{n-s,k'_s}^+$

$$\|(I_B^\omega f)(\bullet, {}_s x')\|_{L_{p,\gamma_{k_s,s}}^+(R_{m_s+k_s,k_s}^+)} \leq C\|f\|_{L_{p,\gamma_{k,n}}^+(R_{m+k,k}^+)};$$

б) существует $C > 0$ такое, что для любой функции $f \in L_{1,\gamma_{k,n}}^+(R_{n,k}^+)$, для любого $\beta > 0$ и ${}_s x' \in R_{n-s,k'_s}^+$

$$\int_{\{x: |(I_B^\omega f)(\bullet, {}_s x')| > 2\beta\}} d\mu(x) \leq \left\{ \Phi \left[\left(\frac{C}{\beta} \|f\|_{L_{1,\gamma_{k,n}}^+} \right)^{-1} \right] \right\}^{-1}.$$

2. Доказательство теоремы С.

Лемма С. Пусть $s \in \{1, \dots, n-1\}$, $0 \leq m_s \leq m$,

$$0 \leq k_s \leq k, \quad m_s + k_s = s, \quad 1 \leq p < +\infty \quad \text{и} \quad \omega_s \in \tilde{\Omega}_{p, s+|\gamma_{k_s,s}|}.$$

Тогда существует $C_1 > 0$ такое, что для любой функции

$f \in L_{1,\gamma_{k,n}}^{loc}(R_{n,k}^+)$ и любого $x = \uparrow({}_s x, {}_s x') \in R_{n,k}^+$ справедливо неравенство

$$\begin{aligned} & \int_{R_{n,k}^+} T^y \left(\frac{\omega(|x|)}{|x|^{n+|\gamma_{k,n}|}} \right) |f(y)| y_{k,n}^{\gamma_{k,n}} dy \leq \\ & \leq C_1 \int_{R_{n,k_s}^+} T^{s,y} \left(\frac{\omega_s(|{}_s x|)}{|{}_s x|^{s+|\gamma_{k_s,s}|}} \right) \|f({}_s y, \cdot)\|_{L_{p,\gamma_{k'_s,n-s}}} y_{k_s,s}^{\gamma_{k_s,s}} d{}_s y. \end{aligned}$$

Доказательство. Возможны три случая;

1) $k_s = 0$, 2) $k_s = k$, 3) $0 < k_s < k$. Рассмотрим случай $0 < k_s < k$. Остальные случаи рассматриваются аналогично.

Пусть $p = 1$. Учитывая свойства T1) – T5) оператора о б о б - щенного сдвига T^y и почти убывание $B(t) = \omega(t) t^{-(n+|\gamma_{k,n}|)}$, получаем

$$\begin{aligned} T^y(B(|x|)) &= T^{(s,y,s')} (B(|({}_s x, {}_s x')|)) = T^{s,y} (T^{s,y'} (B(|({}_s x, {}_s x')|))) \leq \\ &\leq T^{s,y'} (T^{s,y} (CB(|({}_s x)|))) \leq CT^{s,y'} (B(|({}_s x)|)), \end{aligned}$$

откуда

$$\begin{aligned}
 & \int_{R_{n,k}^+} T^y(B(|x|)) \cdot |f(y)| y_{k,n}^{\gamma_{k,n}} dy \leq \\
 & \leq C \int_{R_{s,k_s}^+} T^{s,y}(B(|x|)) \left(\int_{R_{n-s,k_s}^+} |f(sy, sy')| (sy')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' \right) y^{\gamma_{k_s, s}} d_s y = \\
 & = \int_{R_{s,k}^+} T^{ys}(B(|x|)) \|f(sy, \cdot)\|_{L_{p', \gamma_{k_s, n-s}}(R_{n-s,k_s}^+)} y^{\gamma_{k_s, s}} d_s y. \\
 & \text{Пусть, теперь } p > 1. \text{ Рассмотрим:} \\
 & \int_{R_{n,k}^+} T^y(B(|x|)) \cdot |f(y)| y_{k,n}^{\gamma_{k,n}} dy = \\
 & = \int_{R_{n,k}^+} T^y(B(|x|)) \cdot |f(sy, sy')| y_{k,n}^{\gamma_{k,n}} dy = \\
 & = \int_{R_{s,k_s}^+} \left(\int_{R_{n-s,k_s}^+} T^y(B(|x|)) |f(sy, sy')| (sy')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' \right) y^{\gamma_{k_s, s}} d_s y = \\
 & = \int_{R_{s,k_s}^+} (F(x, sy))_s y^{\gamma_{k_s, s}} d_s y. \quad (1)
 \end{aligned}$$

Применив неравенство Гельдера, получим

$$F(x, sy) \leq \|T^y(B(|x|))\|_{L_{p', \gamma_{k_s, n-s}}(R_{n-s,k_s}^+)} \|f(sy, \cdot)\|_{L_{p, \gamma_{k_s, s}}(R_{s,k_s}^+)}.$$

Оценим сверху $\|T^y(B(|x|))\|_{L_{p', \gamma_{k_s, n-s}}(R_{n-s,k_s}^+)}^{R_{n-s,k_s}^+}$. Отметим,

что

$$\begin{aligned}
 T^y(B(|x|)) &= T_{s^x}^{s,y} \cdot T_{s^{x'}}^{s,y'} \left(B \left[\left(|s^x|^2 + |s^{x'}|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right) = \\
 &= C_\gamma \int_0^\pi \dots \int_0^\pi T_{s^{x'}}^{s,y'} \left(B \left[\left(|s^x - s^y|_\alpha^2 + |s^{x'}|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right) \cdot \\
 &\cdot \prod_{i=m_s+1}^{m_s+k_s} \sin^{\gamma_{i-1}} \alpha_i d\alpha_{m_s+1} \dots d\alpha_{m_s+k_s},
 \end{aligned}$$

где

$$|s^x - s^y|_\alpha = \sum_{l=1}^{m_s} |x_{j_l} - y_{j_l}|^2 + \sum_{l=1}^{k_s} (x_{m+l_i}^2 - 2x_{m+l_i} y_{m+l_i} \cos \alpha_{l_i} + y_{m+l_i}^2).$$

Тогда, применяя обобщенное неравенство Минковского, а затем неравенство T2), имеем

$$\|T^y(B(|x|))\|_{L_{p', \gamma_{k_s, n-s}}(R_{n-s,k_s}^+)} \leq C \int_0^\pi \dots \int_0^\pi \prod_{l=1}^{k_s} \sin^{\gamma_{l-1}} \alpha_{l_i} d\alpha_{l_i}, \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned}
 J &= \left[\int_{R_{n-s,k_s}^+} \left(T_{s^{x'}}^{s,y'} \left(B \left[\left(|s^x - s^y|_\alpha^2 + |s^{x'}|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right) \right)^{p'} (sy')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' \right]^{\frac{1}{p}} \leq \\
 &\leq \left[\int_{R_{n-s,k_s}^+} B^{p'} \left(\left[|s^x - s^y|_\alpha + |s^{x'}|^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right) \cdot (sy')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' \right]^{\frac{1}{p}} =
 \end{aligned}$$

$$\left[\frac{\omega \left(\left[|s^x - s^y|_\alpha + |s^{x'}|^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right)}{\left(\left[|s^x - s^y|_\alpha + |s^{x'}|^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{n+\gamma_{k,n}}{p} - \varepsilon}} \cdot \frac{1}{\left(\left[|s^x - s^y|_\alpha + |s^{x'}|^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{n+\gamma_{k,n}}{p'} + \varepsilon}} \right]^{\frac{1}{p}} y^{\gamma_{k_s}}$$

откуда получаем

$$J = C \frac{\omega(|s^x - s^y|)}{|s^x - s^y|^{\frac{n+\gamma_{k,n}}{p} - \varepsilon}} D. \quad (3)$$

Оценим D:

$$\begin{aligned}
 D &= \left[\int_{R_{n-s,k_s}^+} \left(\left[|s^x - s^y|_\alpha + |s^{x'}|^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right)^{-(n+\gamma_{k,n})} y^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' \right]^{\frac{1}{p}} \leq \\
 &\leq C \left[\int_{R_{n-s,k_s}^+} \left(1 + \frac{|s^{x'}|}{|s^x - s^y|_\alpha} \right)^{-(n+\gamma_{k,n})} (sy')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' \right]^{\frac{1}{p}} |s^x - s^y|^{\frac{-(n+\gamma_{k,n}) + \varepsilon p'}{p'}} = \\
 &= CD_1 |s^x - s^y|^{\frac{-(n+\gamma_{k,n}) + \varepsilon p'}{p'}}, \quad (4)
 \end{aligned}$$

$$\text{где } D_1 = \left[\int_{R_{n-s,k_s}^+} \left(1 + \frac{|s^{x'}|}{|s^x - s^y|_\alpha} \right)^{-(n+\gamma_{k,n})} (sy')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' \right]^{\frac{1}{p'}}.$$

Оценим сверху D_1 .

Произведя замену $\frac{s^{x'}}{|s^x - s^y|} = {}_s z'$ ($s^{x'} \rightarrow {}_s z'$) имеем

$$(sy')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s y' = |s^x - s^y|_\alpha^{\gamma_{k_s, n-s}} |s^x - s^y|_\alpha^{-n-s} ({}_s z')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s z',$$

откуда получаем

$$\begin{aligned}
 D_1 &= |s^x - s^y|_\alpha^{\frac{n-s+\gamma_{k_s, n-s}}{p'}} \left(\int_{R_{n-s,k_s}^+} (1 + |{}_s z'|)^{-(n+\gamma_{k,n})} ({}_s z')^{\gamma_{k_s, n-s}} d_s z' \right)^{\frac{1}{p'}} = \\
 &= |s^x - s^y|_\alpha^{\frac{n-s+\gamma_{k_s, n-s}}{p'}} D_{11}. \quad (5)
 \end{aligned}$$

Переходя к сферическим координатам ${}_s z' = t\theta$, получаем

$$D_{11} = \left(\int_s ds \int_0^\infty (1+t)^{-(n+\gamma_{k,n})} t^{\gamma_{k', n-s} + [(n-s)-1]} dt \right)^{\frac{1}{p'}}, \quad (6)$$

и этот интеграл сходится, так как функция $(1+t)^{-(n+\gamma_{k,n})} t^{\gamma_{k', n-s} + [(n-s)-1]}$ когда $t \rightarrow 0$ имеет порядок $|\gamma_{k', n-s} + [(n-s)-1]| > 0$, а когда $t \rightarrow \infty$ имеет порядок $-(n + |\gamma_{k,n}|) + |\gamma_{k', n-s}| + [(n-s)-1] \leq -(s+1) \leq -2$.

Таким образом, учитывая (5) и (4), из (3) получаем

$$J = C \frac{\omega(|s^x - s^y|_\alpha)}{|s^x - s^y|_\alpha^{\frac{n+\gamma_{k,n}}{p'}}} D \leq$$

$$C \frac{\omega\left(\left|_s x - _s y\right|_{\alpha}\right)}{\left|_s x - _s y\right|_{\alpha}^{n+\left|\gamma_{k,n}\right|}} \cdot \left|_s x - _s y\right|_{\alpha}^{\frac{n-s+\left|\gamma_{k',n-s}\right|}{p'}}$$

и потому, полагая $\beta = n + \left|\gamma_{k,n}\right| - \frac{h-s+\left|\gamma_{k',h-s}\right|}{p'}$, в силу

(2) имеем

$$\begin{aligned} & \left\| T^y(B(x)) \right\|_{L^{p', \gamma_{k', n-s}}(R^{+n-s, k_s})} \leq \\ & \leq C \int_0^{\pi} \dots \int_0^{\pi} J \prod_{i=1}^{k_s} (\sin^{\gamma_{m_i+1}-1} \alpha_i d\alpha_i) \leq \\ & \leq C \int_0^{\pi} \dots \int_0^{\pi} \frac{\omega\left(\left|_s x - _s y\right|_{\alpha}\right)}{\left|_s x - _s y\right|_{\alpha}^{\beta}}. \end{aligned}$$

$$\cdot \prod_{i=1}^{k_s} (\sin^{\gamma_{m_i+1}-1} \alpha_i d\alpha_i) = C T_{s,x}^y \left(\frac{\omega_s\left(\left|_s x\right|\right)}{\left|_s x\right|^{s+\left|\gamma_{k_s,s}\right|}} \right).$$

Здесь мы учитываем, что

$$\begin{aligned} \beta &= n + \left|\gamma_{k,n}\right| - \left(h-s + \left|\gamma_{k',n-s}\right|\right) + \frac{h-s+\left|\gamma_{k',h-s}\right|}{p} = \\ &= s + \left|\gamma_{k_s,s}\right| + \frac{h-s+\left|\gamma_{k',h-s}\right|}{p}. \end{aligned}$$

Таким образом, если $p > 1$, то в силу (1)

$$\begin{aligned} & \int_{R_{n,k}^+} T^y \left(\frac{\omega(x)}{|x|^{n+\left|\gamma_{k,n}\right|}} \right) |f(y)| y_{k,n}^{\gamma_{k,n}} dy \leq \\ & \leq C \int_{R_{s,k}^+} T_{s,x}^y \frac{\omega_s\left(\left|_s x\right|\right)}{\left|_s x\right|^{s+\left|\gamma_{k_s,s}\right|}} \|f(y)\|_{L^{p, \gamma_{k_s,h-s}}(y)} (y)^{\gamma_{k,n}} dy. \end{aligned}$$

Этим лемма доказана полностью.

Эта лемма является отправным пунктом для доказательства аналогов второй теоремы Соболева о потенциалах [8]. Теорема С является одной из них. Теорема С непосредственно следует из леммы С применением теоремы А и с учетом того, что из $\omega_s \in \tilde{\Omega}_{p, s+\left|\gamma_{k_s,s}\right|}$ следует

$$\omega \in \tilde{\Omega}_{p, m+k+\left|\gamma_{k,n}\right|}.$$

Отметим, что, если $\omega = t^{\alpha}$, то из теоремы С следуют все результаты работы [5], где случай $0 < k_s < k$, $0 < m_s < m$ не был рассмотрен.

Библиографический список

1. Абдуллаев С.К., Агарзаев Б.К. Об одном свойстве обобщенных потенциалов Рисса / Изв. НАН Азербайджана, серия физ.-техн. и матем. науки, v.XXV, № 4. Баку, 2005. С.3-8.
2. Абдуллаев С.К., Керимов М.К. Об обобщенных потенциалах Рисса-Бесселя / Вестник Бакинского университета. Серия физ.-мат. наук 2008, №1. С. 5-11.
3. Абдуллаев С.К., Агарзаев Б.К. Неравенство Харди-Литлвуда-Соболева для обобщенных потенциалов Рисса / Материалы научн. конф. посвящ. 50-летию каф. Вычисл. матем. БГУ. Баку, 15-16 ноября 2012. С.85-90.
4. Алиев И.А., Гаджиев А.Д. О классах операторов типа потенциала, порожденных обобщенным сдвигом / Док. расш. засед. сем. Инт-та приклад. матем. им.И.Н.Векуа, том 3, №2, 1988.
5. Гулиев В.С., Гараханова Н.Н. Теорема Соболева-Ильина для В-потенциалов Рисса. Сибирский мат. журн. 2009, т.50, №1. С.63-74.
6. Красносельский М.А., Рутцкицкий Я.Б. Выпуклые функции и пространства Орлица. Физматгиз, Москва, 1958. 271 с.
7. Левитан Б.М. Разложение по функциям Бесселя в ряды и интегралы Фурье / Успехи матем. наук, 6, №2 (1951). С.102-143.
8. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. Изд. «Наука», Москва, 1974, 808 с.
9. Накаи Е., Сумитомо Н. Об обобщенных риссовых потенциалах в некоторых пространствах гладких функций / Науч. математика Японии. 2001, вып. 54. С.463-472.

References

1. Abdullaev S.K., Agarzaev B.K. A property of the generalized Riesz potentials / Transaction issue mat. and mech.series of fizikal-technical and matematikal sciense, XXIV, №4 Baku-2005. Pp.3-8.
2. Abdullaev S.K., Kerimov M.K. Generalized Riesz-Bessel potentials / News of Baku University. Series Physics and Mathematics, 2008, No. 1. Pp. 5-11.
3. Abdullaev S.K., Agarzaev B.K. Hardy-liyylewood-Sobolev inequality for generalized Riesz potentials / Materials of scientific Conf. dedicated to 50 - anniversary of the department Numer. Math. BSU, Baku, 15-16 November 2012. Pp.85-90.
4. Aliev I.A., Hajiyev A.D. On classes of operators of potential type generated by the generalized shift / Repts Adv. Meetings. I.N.Vekua Sem. Inst. Appl. Math., V.3, No.2, 1988.
5. Guliev V.S., Garahanova N.N. Sobolev-Il'in theorems for the B-Riesz potentials / Siberian Math. Zhurn. 2009, vol.50, № 1. Pp.63-74.
6. Krasnoselsky M.A., Rutitsky Ya.B. Convex functions and Orlicz spaces. Pizmatgiz., Moscow, 1958. 271 pp.
7. Levitan B.M. Bessel function expansions in series and Fourier integrals / Uspekhi Mat. Nauk, 6, №2(1951). Pp.102-143.
8. Sobolev S.L. Bessel function expansions in series and Fourier integrals / Uspekhi Mat. Nauk, 6, №2(1951), p.102-143.
9. Sobolev S.L. Introduction to the theory of cubature formulas. Nauka, Moscow, 1974, 808pp.
9. Nakai E., Sumitomo H. On generalized Riez potentials in some spaces of smooth functions / Sci.. Math. Japan. 2001, vol. 54. Pp.463-472.

УДК 517.98

UDC 517.98

Н.А. АКСЁНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент,
кафедра математики и информатики, Финансовый
университет при Правительстве Российской Феде-
рации (Орловский филиал)
E-mail: aksenovna@inbox.ru

N.A. AKSYONOV

Candidate of physical and mathematical Sciences,
Associate Professor of "Mathematics and Informatics"
Department, Financial University under the Government
of the Russian Federation (Orel branch)
E-mail: aksenovna@inbox.ru

**КОМПЛЕКСНАЯ ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО
ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ**

COMPLEX CAUCHY PROBLEM FOR THE INHOMOGENEOUS INTEGRO-DIFFERENTIAL-OPERATOR EQUATION

В работе приведены «сильные» условия аналитической разрешимости комплексной задачи Коши, рассматриваемой в произвольном локально выпуклом пространстве относительно одного неоднородного интегро-дифференциально-операторного уравнения.

Ключевые слова: комплексная задача Коши, интегро-дифференциально-операторное уравнение, локально выпуклое пространство, порядок оператора, тип оператора.

The paper presents the «strong» conditions of complex analytic solvability of the Cauchy problem considered in an arbitrary locally convex space with respect to one of the inhomogeneous integro-differential-operator equation.

Keywords: complex Cauchy problem, integro-differential-operator equation, locally convex space, operator order, operator type.

Введение

Как известно, теория абстрактной задачи Коши для дифференциально-операторных уравнений наибольшее своё развитие получила в нормированных пространствах для векторнозначных функций действительного переменного (см., например, монографию [1] и цитируемую в ней литературу). Во многом сложившаяся ситуация объясняется наличием хорошо разработанного для нормированных пространств аппарата исследования таких задач, к которому, в первую очередь, следует отнести аппарат теории полугрупп [2]. В настоящее время наряду с теорией полугрупп существуют также методы спектральной теории операторов и теория фундаментальных оператор-функций вырожденных интегро-дифференциальных операторов, в совокупности позволившие сформировать единый комплекс абстрактной задачи Коши для дифференциально-операторных уравнений действительного аргумента в нормированных пространствах.

Проблематичность, а порой и невозможность прямого перенесения уже существующих методов с нормированных пространств на ненормированные обуславливает отсутствие аналогичных результатов для абстрактной задачи Коши в локально выпуклых пространствах. Это, в свою очередь, указывает на необходимость отыскания универсальных методов исследования дифференциально-операторных уравнений в ненормированных пространствах. В пользу этого говорит и тот факт, что все известные сейчас результаты, полученные в этом направлении, не столь многочисленны и относятся, преимущественно, к уравнениям первого порядка в классе вектор-функций действительного аргумента (см. публикации, цитируемые в [3]).

Решение обозначенной проблемы было предложено

В.П. Громовым. В частности, он показал [4], что существование аналитического решения комплексной задачи Коши для однородного уравнения

$$u^{(m)}(z) = Au(z), \quad u^{(k)}(0) = x_k, \quad x_k \in D_\infty(A), \quad 0 \leq k \leq m-1$$

с операторным коэффициентом A , действующим в произвольном локально выпуклом пространстве, связано с операторными характеристиками векторов начальных данных относительно оператора A [5, 6], а существование аналитического решения комплексной задачи Коши для неоднородного уравнения [4]

$$u^{(m)}(z) = Au(z), \quad u^{(k)}(0) = x_k, \quad x_k \in D_\infty(A), \quad 0 \leq k \leq m-1$$

– с порядком и типом оператора A [5, 6].

Опираясь на разработанный метод исследования решений дифференциально-операторных уравнений, В.П. Громов и его ученики установили ряд результатов аналитической разрешимости комплексной задачи Коши в произвольном локально выпуклом пространстве как для однородных [3], [7-12], так и для неоднородных дифференциально-операторных уравнений [6], [13-16]. При этом следует отметить, что независимо от рассматриваемого уравнения, для существования аналитического решения в однородном случае достаточно принадлежности начальных условий некоторому классу векторов, определяемому посредством операторных характеристик (операторного p -порядка $\beta_p(x, A)$ и операторного типа $\alpha(x, A)$) фиксированного вектора x

1 Здесь $D_\infty(A) = \bigcap_{n \geq 0} D(A^n)$ – множество векторов счётно-

полного локально выпуклого пространства H на которые линейный оператор A действует бесконечно много раз.

относительно линейного оператора A . В то же время от самого оператора не требуется не только наличие у него конечного порядка, но и даже его непрерывность – достаточно, чтобы он был определён на некотором $D(A) \subseteq H$ и был замкнут. Если же уравнение является неоднородным, требования, предъявляемые к аналитической разрешимости, заметно усиливаются – линейный непрерывный оператор A должен входить в некоторый класс операторов, имеющих конечные порядки $\beta(A)$ и тип $\alpha(A)$.

Тем самым, условия аналитической разрешимости комплексной задачи Коши для однородного дифференциально-операторного уравнения можно называть слабыми условиями, а для неоднородного уравнения – сильными условиями.

Продолжая исследовать аналитическую разрешимость задачи Коши в ненормированных пространствах для различных видов уравнений, в работе [3] автором были установлены условия существования решения комплексной задачи Коши для однородного интегро-дифференциально-операторного уравнения. В частности, было доказано, что для рассмотренного уравнения решение существует при слабых условиях на начальные данные, аналогичных тем, которые возникают при решении однородных дифференциально-операторных уравнений.

В настоящей работе рассматривается обобщение этой задачи на случай неоднородного уравнения

$$u^{(m)}(z) = A \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} u(\xi) d\xi + f(z),$$

$$s \in \{0\} \cup \mathbb{N}, \quad m \in \mathbb{N}, \quad (1)$$

решение которого должно удовлетворять начальным условиям

$$u^{(k)}(a) = x_k, \quad x_k \in H, \quad 0 \leq k \leq m-1, \quad a \in \mathbb{C}. \quad (2)$$

Как будет видно из последующих рассуждений, условия аналитической разрешимости задачи Коши (1)-(2) являются сильными и по своему характеру аналогичны условиям аналитической разрешимости для неоднородных дифференциально-операторных уравнений.

Постановка задачи

Пусть $\mathcal{H}(\mathbb{C})$ – пространство всех целых векторнозначных функций $F(z)$ со значениями в H с топологией равномерной сходимости на компактах:

$$\|F(z)\|_{p,r} = \max_{|z-a| \leq r} \|F(z)\|_p, \quad a \in \mathbb{C}.$$

Под H здесь понимается произвольное счётно-полное локально выпуклое пространство с определяемой мультиномормой $\{\|\cdot\|_p\}$, $p \in P$ топологией.

Пусть $A: H \rightarrow H$ – линейный непрерывный оператор. Рассмотрим уравнение (1), в котором $f(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C})$ – известная векторнозначная функция, $u(z): \mathbb{C} \rightarrow H$ – неизвестная векторнозначная функция, подлежащая определению. При этом производные в (1)-(2) понимаются в сильном смысле (по топологии пространства), а интеграл в (1) – в слабом смысле.

Для уравнения (1) ставится

Задача Коши. Найти векторнозначную функцию

$u(z)$, удовлетворяющую уравнению (1) и начальным условиям (2).

Теорема существования и единственности аналитического решения. Устойчивость решения

Теорема 1.

Пусть оператор $A \in \mathfrak{N}_H^{\beta(A), \alpha(A)}[m+s+1, \infty)$.² Тогда задача Коши (1)-(2) имеет единственное решение $\forall x_k \in H, \quad 0 \leq k \leq m-1$. Оно является аналитической в окрестности точки $z = a$ векторнозначной функцией $u(z)$ со значениями в пространстве H и определяется формулой

$$u(z) = \sum_{l=0}^{m-1} u_l(z, x_l) + u_r(z, f(z)), \quad (3)$$

в которой

$$u_l(z, x_l) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^n(x_l)(z-a)^{(m+s+1)n+l}}{((m+s+1)n+l)!}, \quad (4)$$

$$u_r(z, f(z)) = \sum_{n=0}^{\infty} \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+m-1}}{((m+s+1)n+m-1)!} A^n(f(\xi)) d\xi, \quad (5)$$

причём:

1) если порядок $\beta(A)$ оператора A удовлетворяет условию $\beta(A) < m+s+1$, то вектор-функция (3) является целой;

2) если же оператор A имеет порядок $\beta(A) = m+s+1$ и тип $\alpha(A) < \infty$, то вектор-функция (3) является аналитической в некоторой окрестности точки $z = a$.

В обоих случаях решение непрерывно зависит от начальных данных $x_k, \quad 0 \leq k \leq m-1$ и правой части $f(z)$.

Доказательству теоремы 1 предшествует несколько вспомогательных утверждений.

Лемма 1. Пусть оператор A имеет порядок $\beta(A) < m+s+1$. Тогда ряды (4) сходятся по топологии пространства H абсолютно на $\mathbb{C}$ и равномерно на любом компактном подмножестве $\mathbb{C}$ и их суммы непрерывно зависят от любого набора векторов $x_l, \quad 0 \leq l \leq m-1$.

Лемма 2. Пусть оператор A имеет порядок $\beta(A) = m+s+1$ и тип $\alpha(A) < \infty$. Тогда ряды (4) сходятся по топологии пространства H абсолютно в круге $|z-a| < R$, где

$$R = \frac{m+s+1}{e} \left(\frac{1}{\alpha(A)} \right)^{1/(m+s+1)}$$

и равномерно в любом замкнутом круге $|z-a| \leq \tilde{R}, \quad \tilde{R} < R$, и их суммы непрерывно зависят от любого набора векторов $x_l, \quad 0 \leq l \leq m-1$.

Справедливость лемм 1-2 вытекает из теоремы 1.7 работы [3].

Лемма 3. Пусть H – произвольное счётно-полное локально выпуклое пространство, топология которого определяется мультиномормой $\{\|\cdot\|_p\}, p \in P, \mathcal{H}(\mathbb{C})$ – пространство всех целых векторнозначных функций $F(z)$ со значениями в H с топологией равномерной

² Напомним [6], что 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 $\alpha(A) < \mu$

сходимости на компактах. Определим в пространстве $\mathcal{H}(\mathbb{C})$ оператор интегрирования Q :

$$Q(F(z)) = \int_a^z F(\xi) d\xi, \quad \forall F(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C}). \quad (6)$$

Тогда оператор Q имеет в пространстве $\mathcal{H}(\mathbb{C})$ порядок $\beta(Q) = -1$.

Доказательство. Найдём p, r -порядки оператора Q .

Методом математической индукции легко показать, что

$$Q^n(F(z)) = \frac{1}{(n-1)!} \int_a^z (z-\xi)^{n-1} F(\xi) d\xi, \quad \forall n, \forall F(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C}). \quad (7)$$

Тогда

$$\begin{aligned} \|Q^n(F(z))\|_{p,r} &= \max_{|z-a| \leq r} \|Q^n(F(z))\|_p = \\ &= \max_{|z-a| \leq r} \left\| \frac{1}{(n-1)!} \int_a^z (z-\xi)^{n-1} F(\xi) d\xi \right\|_p \leq \\ &\leq \frac{1}{(n-1)!} \max_{|z-a| \leq r} \left| \int_a^z (z-\xi)^{n-1} d\xi \right| \max_{|z-a| \leq r} \|F(z)\|_p = \\ &= \frac{r^n}{n!} \|F(z)\|_{p,r}, \end{aligned}$$

т.е.

$$\|Q^n(F(z))\|_{p,r} \leq \frac{r^n}{n!} \|F(z)\|_{p,r}.$$

С другой стороны, существует постоянная векторнозначная функция $F(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C})$: $\forall z \ F(z) = x$, $x \in H$, для которой

$$\|Q^n(F(z))\|_{p,r} = \frac{r^n}{n!} \|x\|_p.$$

Отсюда, в силу формулы Стирлинга

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

справедливы равенства

$$\|Q^n(F(z))\|_{p,r} = \frac{r^n}{n!} \|x\|_p = \frac{(er)^n n^{-n} \|x\|_p}{\sqrt{2\pi n} e^{\Theta_n}},$$

а учитывая, что [6]

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

окончательно получаем

$$\forall p, \forall r \ \beta_{p,r}(Q) = \beta(Q) = -1.$$

Лемма доказана.

Лемма 4. Пусть оператор A имеет порядок $\beta(A) < m + s + 1$. Тогда ряд (5) сходится по топологии пространства $\mathcal{H}(\mathbb{C})$ абсолютно на $\mathbb{C}$ и равномерно на любом компактном подмножестве $\mathbb{C}$ и его сумма непрерывно зависит от функции $f(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C})$.

Доказательство. В силу (6)-(7) ряд (5) можно представить в виде:

$$\sum_{n=0}^{\infty} Q^{(m+s+1)n+m} A^n(f(z)). \quad (8)$$

Оценим общий член ряда (8) по топологии пространства $\mathcal{H}(\mathbb{C})$.

Из определения порядка оператора A [6] следует

(для произвольной функции $f(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C})$)

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall z \in \mathbb{C}, \forall n:$$

$$\|A^n(f(z))\|_p < C_p n^{(\beta(A)+\varepsilon)n} \|f(z)\|_q. \quad (9)$$

Как показано в лемме 3, оператор интегрирования $Q: \mathcal{H}(\mathbb{C}) \rightarrow \mathcal{H}(\mathbb{C})$ имеет порядок $\beta(Q) = -1$. Тогда по свойствам оператора [6] оператор Q^{m+s+1} имеет порядок $\beta(Q^{m+s+1}) = -(m+s+1)$, поэтому для общего члена ряда (8) в условиях леммы справедлива оценка:

$$\forall p, \forall r, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall n, \forall f(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C})$$

$$\max_{|z-a| \leq r} \|Q^{(m+s+1)n+m} A^n(f(z))\|_p < C_p n^{(\beta(A)-(m+s+1)+\varepsilon)n} \|f(z)\|_{q,r}.$$

Из последней оценки следует, что ряд (8) сходится по топологии пространства $\mathcal{H}(\mathbb{C})$ абсолютно на $\mathbb{C}$ и равномерно на любом компактном подмножестве $\mathbb{C}$, и его частичная сумма равностепенно непрерывна. При этом его сумма является целой векторнозначной функцией. Кроме того, из этой оценки с учётом теоремы о непрерывности предела равностепенно непрерывного семейства операторов [17] также следует, что сумма ряда (8) непрерывно зависит от функции $f(z)$.

Лемма доказана.

Лемма 5. Пусть оператор A имеет порядок $\beta(A) = m + s + 1$ и тип $\alpha(A) < \infty$. Тогда ряд (5) сходится по топологии пространства $\mathcal{H}(\mathbb{C})$ абсолютно и равномерно в некоторой окрестности точки $z = a$, и его сумма непрерывно зависит от функции $f(z) \in \mathcal{H}(\mathbb{C})$.

Доказательство леммы 5 аналогично доказательству леммы 4 с той лишь разницей, что вместо оценки (9) применяется оценка

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall z \in \mathbb{C}, \forall n:$$

$$\|A^n(f(z))\|_p < C_p (\alpha(A) + \varepsilon)^n n^{\beta(A)n} \|f(z)\|_q.$$

Приведём

доказательство теоремы 1. В силу лемм 1-2, 4-5 ряды (4)-(5) суть аналитические в некоторой окрестности точки $z = a$ векторнозначные функции, поэтому они допускают применение к ним операций почленного дифференцирования и интегрирования любое число раз. Тогда

$$u^{(m)}(z) = \sum_{l=0}^{m-1} u_l^{(m)}(z, x_l) + u_r^{(m)}(z, f(z)).$$

В [3] показано, что

$$u_l^{(m)}(z, x_l) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n+1}(x_l)(z-a)^{(m+s+1)n+l+s+1}}{((m+s+1)n+l+s+1)!}.$$

Несложно также видеть, что

$$u_r^{(m)}(z, f(z)) = (u_r^{(m-1)}(z, f(z)))' =$$

$$= \left(\sum_{n=1}^{\infty} \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n} A^n(f(\xi)) d\xi}{((m+s+1)n)!} + \int_a^z f(\xi) d\xi \right)' =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+m+s} A^{n+1}(f(\xi)) d\xi}{((m+s+1)n+m+s)!} + f(z).$$

Следовательно,

$$u^{(m)}(z) = \sum_{l=0}^{m-1} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n+1}(x_l)(z-a)^{(m+s+1)n+l+s+1}}{((m+s+1)n+l+s+1)!} + \\ + \sum_{n=0}^{\infty} \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+m+s}}{((m+s+1)n+m+s)!} A^{n+1}(f(\xi)) d\xi + f(z). \quad (10)$$

С другой стороны,

$$A \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} u(\xi) d\xi = \sum_{l=0}^{m-1} \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} A u_l(\xi, x_l) d\xi + \\ = \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} A u_r(\xi, f(\xi)) d\xi.$$

Известно [3], что

$$\sum_{l=0}^{m-1} \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} A u_l(\xi, x_l) d\xi = \\ = \sum_{l=0}^{m-1} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n+1}(x_l)(z-a)^{(m+s+1)n+l+s+1}}{((m+s+1)n+l+s+1)!}. \quad (11)$$

Легко видеть, что

$$\int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} A u_r(\xi, f(\xi)) d\xi = \\ = \sum_{n=0}^{\infty} \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} \left(\int_a^{\xi} \frac{(\xi-\tau)^{(m+s+1)n+m-1}}{((m+s+1)n+m-1)!} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi. \quad (12)$$

Покажем, что $\forall k \in \mathbb{N}, k \leq (m+s+1)n+m$

$$\int_a^z \frac{(z-\xi)^{s+k-1}}{(s+k-1)!} \left(\int_a^{\xi} \frac{(\xi-\tau)^{(m+s+1)n+m-k}}{((m+s+1)n+m-k)!} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi = \\ = \int_a^z \frac{(z-\xi)^{s+k}}{(s+k)!} \left(\int_a^{\xi} \frac{(\xi-\tau)^{(m+s+1)n+m-k-1}}{((m+s+1)n+m-k-1)!} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi. \quad (13)$$

Действительно, дважды применяя (7), получим:

$$\int_a^{\xi} \frac{(\xi-\tau)^{(m+s+1)n+m-k}}{((m+s+1)n+m-k)!} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau = \\ = Q^{(m+s+1)n+m-k+1} A^{n+1}(f(\xi)),$$

откуда

$$\int_a^z \frac{(z-\xi)^{s+k-1}}{(s+k-1)!} \left(\int_a^{\xi} \frac{(\xi-\tau)^{(m+s+1)n+m-k}}{((m+s+1)n+m-k)!} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi = \\ = \int_a^z \frac{(z-\xi)^{s+k-1}}{(s+k-1)!} Q^{(m+s+1)n+m-k+1} A^{n+1}(f(\xi)) d\xi = \\ = Q^{s+k} \left(Q^{(m+s+1)n+m-k+1} A^{n+1}(f(z)) \right) = \\ = Q^{s+k+(m+s+1)n+m-k+1} A^{n+1}(f(z)) = \\ = Q^{s+k+1+(m+s+1)n+m-k} A^{n+1}(f(z)) = \\ = Q^{s+k+1} \left(Q^{(m+s+1)n+m-k} A^{n+1}(f(z)) \right) = \\ = \int_a^z \frac{(z-\xi)^{s+k}}{(s+k)!} Q^{(m+s+1)n+m-k} A^{n+1}(f(\xi)) d\xi = \\ = \int_a^z \frac{(z-\xi)^{s+k}}{(s+k)!} \left(\int_a^{\xi} \frac{(\xi-\tau)^{(m+s+1)n+m-k-1}}{((m+s+1)n+m-k-1)!} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi.$$

С помощью рекуррентного соотношения (13) можно показать, что

$$\int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} \left(\int_a^{\xi} \frac{(\xi-\tau)^{(m+s+1)n+m-1}}{((m+s+1)n+m-1)!} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi = \\ = \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+s+m-1}}{((m+s+1)n+s+m-1)!} \left(\int_a^{\xi} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi. \quad (14)$$

Интегрируя по частям интеграл в правой части последнего равенства, получаем

$$\int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+s+m-1}}{((m+s+1)n+s+m-1)!} \left(\int_a^{\xi} A^{n+1}(f(\tau)) d\tau \right) d\xi = \\ = \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+m+s}}{((m+s+1)n+m+s)!} A^{n+1}(f(\xi)) d\xi. \quad (15)$$

Следовательно, в силу (11)-(12), (14)-(15),

$$A \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} u(\xi) d\xi = \sum_{l=0}^{m-1} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{A^{n+1}(x_l)(z-a)^{(m+s+1)n+l+s+1}}{((m+s+1)n+l+s+1)!} + \\ + \sum_{n=0}^{\infty} \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+m+s}}{((m+s+1)n+m+s)!} A^{n+1}(f(\xi)) d\xi. \quad (16)$$

Тогда из (10) и (16) следует, что равенства (3)-(5) определяют решение уравнения (1).

Представив решение уравнения (1) в виде

$$u(z) = \sum_{\substack{l=0, \\ l \neq k}}^{m-1} \frac{x_l(z-a)^l}{l!} + \frac{x_k(z-a)^k}{k!} + \\ + \sum_{l=0}^{m-1} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A^n(x_l)(z-a)^{(m+s+1)n+l}}{((m+s+1)n+l)!} + \\ + \sum_{n=0}^{\infty} \int_a^z \frac{(z-\xi)^{(m+s+1)n+m-1}}{((m+s+1)n+m-1)!} A^n(f(\xi)) d\xi,$$

легко проверить, что $u^{(k)}(a) = x_k, 0 \leq k \leq m-1$.

Итак, функция $u(z)$, определяемая равенствами (3)-(5), является решением задачи Коши (1)-(2). Покажем, что эта задача имеет единственное решение.

Предположим, что задача Коши (1)-(2) имеет два различных решения $u_1(z)$ и $u_2(z)$. Тогда их разность $u(z) = u_1(z) - u_2(z)$ удовлетворяет однородному уравнению

$$u^{(m)}(z) = A \int_a^z \frac{(z-\xi)^s}{s!} u(\xi) d\xi \quad (17)$$

и однородным начальным условиям $u^{(k)}(a) = 0, 0 \leq k \leq m-1$.

Так как A – линейный непрерывный оператор, из уравнения (17) при $z \rightarrow a$ имеем $u^{(m)}(a) = 0$. Дифференцируя затем уравнение (17) и снова переходя к пределу при $z \rightarrow a$, видим, в силу непрерывности оператора A , что $u^{(m+1)}(a) = 0$.

Итак, по индукции можно показать, что $u^{(n)}(a) = 0, \forall n \geq 0$. Отсюда следует, что $u(z) \equiv 0$, т.е. $u_1(z) = u_2(z)$.

Теорема доказана.

Библиографический список

1. Иванов В.К., Мельникова И.В., Филинков А.И. Дифференциально-операторные уравнения и некорректные задачи. М.: Физматлит, 1995.
2. Хилле Э., Филлипс Р. Функциональный анализ и полугруппы. М.: ИЛ, 1962.
3. Аксёнов Н.А. Применение теории порядка и типа оператора в локально выпуклых пространствах к исследованию аналитических задач для дифференциально-операторных уравнений. Дисс. ... кандидата физ.-мат. наук. Орел: ОГУ, 2011.
4. Громов В.П. Аналитические решения дифференциально-операторных уравнений в локально выпуклых пространствах. ДАН РФ 2004. 394. С305-308.
5. Громов В.П. Порядок и тип линейного оператора и разложение в ряд по собственным функциям. ДАН СССР 1986. 228 (1). С. 27-31.
6. Громов В.П., Мишин С.Н., Панюшкин С.В. Операторы конечного порядка и дифференциально-операторные уравнения. Монография. Орёл: ОГУ, 2009.
7. Аксёнов Н.А. Абстрактная задача Коши для дифференциально-операторного уравнения произвольного порядка с начальными условиями, имеющими однозначное соотношение с порядком уравнения. Учёные записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» 2009; №2 (32). С. 5-11.
8. Аксёнов Н.А. О некоторых задачах Коши в локально выпуклых пространствах. Учёные записки лаборатории теории функций и функционального анализа ОГУ 2010; 7: С. 114-142.
9. Аксёнов Н.А. Об одной задаче Коши для линейного однородного дифференциально-операторного уравнения первого порядка со смешанным оператором. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского 2010. №3 (1). С.154-159.
10. Аксёнов Н.А. Абстрактная задача Коши для уравнения высокого порядка с производными в начальных условиях, порядки которых неоднозначно соотносятся с порядком уравнения. Учёные записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» 2010. № 2 (36). С.5-10.
11. Аксёнов Н.А., Панюшкин С.В. Задача Коши для «однородного» дифференциально-операторного уравнения высокого порядка. Учёные записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» 2010. №2 (36). С. 11-16.
12. Аксёнов Н.А. Комплексная задача Коши в локально выпуклом пространстве для полного «однородного» уравнения в обобщённых производных Гельфонда-Леонтьева. Учёные записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки» 2013. №3 (53). С.13-17.
13. Громов В.П. Операторный метод решения задачи Коши дифференциально-операторных уравнений с переменными коэффициентами. Учёные записки лаборатории теории функций и функционального анализа ОГУ 2006. №6. С. 4-18.
14. Громов В.П. Задача Коши для уравнений в свёртках в пространствах аналитических векторнозначных функций. Математические заметки 2007; №82 (2): 190-200.
15. Мишин С.Н. Дифференциально-операторные уравнения в локально выпуклых пространствах. Учёные записки лаборатории теории функций и функционального анализа ОГУ 2006. №6. С. 46-61.
16. Мишин С.Н. Дифференциально-операторные уравнения вида $(P-A)^*u(t)=f(t)$. Учёные записки лаборатории теории функций и функционального анализа ОГУ 2010. №7. С. 55-66.
17. Рид М., Саймон Б. Методы современной математической физики. М.: Мир, 1977.

References

1. Ivanov V.K., Melnikov I.V., Filinkov A.I. Operator differential equations and ill-posed problems. Fizmatlit, Moscow, 1995.
2. Hille E. and R.S. Phillips. Functional analysis and semigroups. Moscow: IL, 1962.
3. Aksyonov N.A. Application of the theory of order and type of operator in locally convex spaces to the study of analytical problems for differential-operator equations. Diss. Candidate ... physical.-math. Sciences. Orel: OSU, 2011.
4. Gromov V.P. Analytical solutions of operator-differential equations in locally convex spaces. DAN Russia 2004; 394 (3): Pp. 305-308.
5. Gromov V.P. The order and type linear operator and expansion in eigenfunctions. DAN of the USSR 1986; 228 (1): Pp. 27-31.
6. Gromov V.P., Mishin S.N., Panyushkin S.V. Operators of finite order, and differential-operator equations. Monograph. Orel: OSU, 2009.
7. Aksyonov N.A. Abstract Cauchy problem for an operator-differential equation of arbitrary order with initial conditions having an unambiguous relation to the order of the equation. Scientific notes of Orel State University. A series of "natural, technical and medical sciences" 2009; 2 (32): Pp. 5-11.
8. Aksyonov N.A. On some Cauchy problems in locally convex spaces. Proceedings of the laboratory function theory and functional analysis of OSU 2010; 7: Pp. 114-142.
9. Aksyonov N.A. On a Cauchy problem for a linear homogeneous differential operator equation of the first order with mixed operator. Bulletin of the Nizhny Novgorod University. NI Lobachevsky 2010; 3 (1): Pp. 154-159.
10. Aksyonov N.A. Abstract Cauchy problem for high order equation with derivatives in the entry conditions which usages ambiguously correspond with equation order. Scientific notes of Orel State University. A series of "natural, technical and medical sciences" 2010; 2 (36): Pp. 5-10.
11. Aksyonov N.A., Pan'ushkin S.V. Cauchy problem for a «homogeneous» differential-operator equation of high order. Scientific notes of Orel State University. A series of "natural, technical and medical sciences" 2010; 2 (36): Pp. 11-16.
12. Aksyonov N.A. Integrated Cauchy problem in a locally convex space for a full "uniform" equations in generalized derivatives Gelfond-Leontiev. Proceedings of Orel State University. A series of "natural, technical and medical sciences" 2013; 3 (53): Pp. 13-17.
13. Gromov V.P. Operator method of solving the Cauchy problem of operator-differential equations with variable coefficients. Proceedings of the laboratory function theory and functional analysis of OSU 2006; 6: Pp. 4-18.
14. Gromov V.P. Cauchy problem for convolution equations in spaces of analytic vector-valued functions. Mathematical Notes 2007; 82 (2): Pp. 190-200.
15. Mishin S.N. Operator differential equations in locally convex spaces. Proceedings of the laboratory function theory and functional analysis of OSU 2006; 6: Pp. 46-61.
16. Mishin S.N. Operator differential equation of the form $(P-A)^*u(t)=f(t)$ // Proceedings of the laboratory function theory and functional analysis of OSU 2010; 7: Pp. 55-66.
17. Reed M. and Simon B. Methods of modern mathematical physics. New York: Wiley, 1977.

УДК 51:74.58

UDC 51:74.58

Е.В. АЛЕКСАНДРОВА

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра математики, Орловский государственный аграрный университет
E-mail: 30Elena78@mail.ru

И.И. ЗУБОВА

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра физики, Орловский государственный аграрный университет

E.V. ALEXANDROVA

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Department of mathematics, Orel state agrarian university
E-mail: 30Elena78@mail.ru

I.I. ZUBOVA

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Department of physics, Orel state agrarian university

О ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ В АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

ABOUT TEACHING MATHEMATICS IN AGRARIAN UNIVERSITY

Рассмотрен процесс использования модульной технологии обучения при изучении математики в аграрном университете.

Ключевые слова: модульная технология обучения, модульная программа дисциплины, модуль, учебно-методический комплекс дисциплины.

The process of using the modular training technology while studying mathematics in agrarian university is considered.

Keywords: modular training technology, discipline modular training program, module, discipline teaching materials.

В настоящее время преподавание математики в аграрном университете делится на два этапа: первый этап (I-II курсы бакалавриата) – курс фундаментальной математики; второй этап (I курс магистратуры) – курс прикладной математики и математических методов моделирования.

На первом этапе изучают основные математические методы, линейную и векторную алгебру, аналитическую геометрию на плоскости и в пространстве, математический анализ, дифференциальные уравнения, числовые и функциональные ряды, теорию вероятностей, делая упор на материал, который важен для изучения специальных дисциплин. На данном этапе студентов обучают искусству доказательства, логическому мышлению, делая при этом отбор и трактовку материала с учетом потребностей специальных дисциплин. Так, вводя те или иные абстрактные (по началу) понятия, затем излагается их физический и геометрический смысл.

Второй этап обучения математике посвящен основам построения математических моделей и исследованию их свойств (алгебраических и функциональных). Темы второго этапа излагаются в порядке, соответствующем порядку изучения тем фундаментального этапа. Например, математические модели, описываемые системами линейных уравнений; функциональные математические модели; математические модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями (отдельно — динамические и статические); математические модели, описываемые дифференциальными уравнениями математической физики; вероятностные математические модели. Предел сложности математических моделей определяется уровнем фундаментальной математической подготовки и количеством часов, которые отводятся на изучение определенного раздела математики. Ввиду многообразия математических моделей учитываются требования на-

правлений подготовки. Например, для направлений экологического профиля упор делается на химические и биологические модели, для инженерных направлений – на модели упругих механических систем, для экономических – на модели экономических и социальных систем и т.д.

Преподавание математики в аграрном университете на всех этапах обучения ведется с использованием модульной технологии обучения.

Принципиальным отличием модульного обучения от традиционного являются следующие положения:

- содержание обучения представлено в законченных, логически завершенных блоках – модулях, каждый из которых имеет определенную цель и предназначен для формирования профессиональных и общекультурных компетенций;
- качество освоения модулей определяется с помощью специальных контрольных мероприятий, которые проводятся в течение семестра.

Основным средством реализации модульной технологии обучения является модульная программа курса, которая при условии профессиональной направленности позволяет сформировать прочные профессиональные компетенции. Выделяют два типа модульных программ: познавательный и операционный. При построении модульной программы познавательного (гносеологического) типа фундаментальные понятия вводятся последовательно, что позволяет компактно сгруппировать учебный материал курса в отдельные модули, предусмотрев междисциплинарные связи. Внутри модульных программ операционного типа выделяют две разновидности: рецептно-операционная и системно-операционная. Первая отличается узкой профессиональной направленностью, ограниченностью возможностей для приобретения фундаментальных знаний и развития творческих способностей. Вторая пред-

усматривает формирование целостной системы знаний и умений. Таким образом, модульные программы имеют различия в принципах отбора учебного материала в модули, но по своему предназначению все они нацелены на формирование профессиональных компетенций у каждого студента. В аграрном университете используется гносеологический тип модульной программы дисциплины «Математика». Она включает в себя:

1. цели освоения дисциплин;
2. место дисциплины в структуре основной образовательной программы бакалавриата;
3. компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины;
4. объем дисциплины и виды учебной работы;
5. содержание дисциплины;
6. оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов;
7. учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля);
8. материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля);
9. методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Для оценки знаний при модульном обучении используется рейтинговая оценка знаний. В этом случае традиционный контроль знаний студентов, осуществляемый на сессии, заменяется непрерывным контролем в течение всего семестра.

По своей сути рейтинг, набираемый студентом при обучении, представляет собой количественную оценку знаний, навыков и умений, формируемую по результатам работы студентов (и учебной, и научно-исследовательской) в течение семестра. Это определенная сумма баллов, набранная студентом за эту работу, то есть все результаты, достигнутые студентом на каждом этапе текущего и итогового контроля, оцениваются в баллах. Такая система стимулирует повседневную систематическую работу студентов, значительно повышает состоятельность в учебе, исключает случайности при сдаче экзаменов.

Текущий отчет осуществляется по двум ступеням:

первая ступень – компьютерное тестирование по основным положениям и понятийному аппарату дисциплины (Интернет-тренажер);

вторая ступень – определение степени прочности (полноты и глубины) усвоения студентами полученных знаний по каждому модулю учебной дисциплины, степени понимания логической структуры дисциплины.

Вторая ступень проводится, как правило, в тестовой или письменной форме и предусматривает последующее собеседование.

Оптимальное количество модулей в семестре: от 2 до 5, в зависимости от раздела дисциплины.

Так, по результатам только текущего контроля студент может набрать в семестре 60 баллов. Также он может набрать поощрительные баллы: до 25 – за активную аудиторную и самостоятельную работу; до 15 – за участие в научно-исследовательской работе. Если студент не набирает достаточное для него количество баллов, он сдает итоговый экзамен, на котором может набрать еще 40 баллов.

Если суммарный результат, набранный в течение семестра, равен 55 баллам и выше, то студент имеет право получить зачет или экзаменационную оценку (по шкале) без участия в итоговом аттестационном испытании.

Студент, пропустивший контрольные мероприятия по уважительной причине, может сдать отчет по индивидуальному графику на зачетной неделе в конце семестра.

Студентам, набравшим менее 55 баллов, и студентам, которых не удовлетворяет общий набранный балл в семестре и соответствующая ему академическая оценка, предлагается сдача письменного экзамена в экзаменационную сессию по билету, содержащему вопросы по всем разделам, изучаемым в семестре. Максимальная сумма баллов, которую при этом может набрать студент, – 85.

Использование 100-балльной шкалы обеспечивает более высокую степень дифференциации оценки (например, оценке «отлично» соответствует диапазон от 85 до 100 баллов; оценке «хорошо» – от 70 до 84 баллов; оценке «удовлетворительно» – от 55 до 69 баллов). Особенно это заметно при изучении разделов, завершающихся зачетом.

Количество промежуточных этапов контроля учебной работы студентов, форма проведения контроля, сроки и максимальная оценка их в рейтинговых баллах устанавливают на заседании кафедры. Преподаватель кафедры, ведущий занятия со студенческой группой, информирует группу об этом решении на первом занятии в семестре.

Организация процесса обучения по модульному принципу позволяет

- повысить творческое начало как преподавателей, так и студентов;
- усилить индивидуализацию обучения;
- активизировать самостоятельную работу студентов.

Библиографический список

1. Гузев В.В. Планирование результатов образования и образовательная технология. М.: Народное образование, 2000. 240 с.
2. Жуков Г.Н. Основы общей профессиональной педагогики: Учебное пособие. Г.Н. Жуков, П.Г. Матросов, С.Л. Каплан. Под общ. ред. проф. Г.П. Сканницкой. М.: Гардарики, 2005. 382 с.

References

1. Guzeev V.V. Planning of results of education and educational technology / Century V. Guzeev M.: National education, 2000. 240 p.
2. Zhukov G.N. Basics of fundamentals of the general professional pedagogics: Manual. / G. N. Zhukov, P. G. Matrosov, S. L. Kaplan / Under the general edition of prof. G. P. Skamnitskoy. M.: Gardarika, 2005. 382 p.

УДК 51-7:001.32(470.3)

UDC 51-7:001.32(470.3)

И.В. ГАЙДАМАКИНА

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра математики и математических методов в управлении, Российская академия народного хозяйства и государственной службы
E-mail: gaydamakina@mail.ru

I.V. GAYDAMAKINA

Candidate of pedagogic sciences, associate professor, Department of Mathematics and Mathematical methods in management, Russian Academy of National Economy and Public Administration (Orel branch)
E-mail: gaydamakina@mail.ru

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

SCIENTIFIC POTENTIAL OF CENTRAL RUSSIA: MATHEMATICAL EVALUATION METHODS

Статья посвящена вопросам распределения и динамики изменения показателей научного потенциала Центральной России. Проанализированы исследования, посвященные методам оценки научного потенциала региона. На основе официальных статистических данных выполнена математическая оценка отдельных показателей научного потенциала регионов ЦФО.

Ключевые слова: показатели оценки научного потенциала региона, математические методы оценки.

The article deals with the questions of distribution and dynamics of performance evaluations of the scientific potential of Central Russia. The article covers the research on evaluation methods of the scientific potential of the region. Scientific potential indicators of the regions of Central Federal District have been mathematically evaluated based on official statistical information.

Keywords: performance evaluations of the scientific potential of the region, mathematical evaluation methods.

В последнее десятилетие научная общественность России начала проявлять повышенный интерес к изучению научного потенциала отдельных регионов и методов его оценки.

Под научным потенциалом региона многими авторами понимается совокупность его интеллектуальных, институциональных и материальных ресурсов, способных или способствующих генерированию и распространению новых знаний, а также эффективному заимствованию и усвоению полученного от других знания [1].

Традиционно к группе показателей, отражающих научный потенциал территорий страны, относятся следующие показатели, приводимые в официальных статистических сборниках:

- число организаций, выполнявших исследования и разработки;
- число организаций, ведущих подготовку аспирантов;
- численность аспирантов, прием и выпуск из аспирантуры;
- выпуск из аспирантуры с защитой диссертации;
- основные показатели деятельности докторантуры (показатели завершения диссертационных исследований, число диссертационных советов, количество защит диссертаций);
- данные по персоналу, занятому исследованиями и разработками, дифференцированные по категориям (исследователи, техники, вспомогательный и прочий персонал);
- данные по исследователям – докторам и кандидатам наук;
- финансовые показатели: объем финансирования НИР по грантам, объемы финансирования хозяйственных работ.

По всем перечисленным показателям в официальных статистических изданиях данные приведены как в территориальном, так и во временном разрезе, и это позволяет проводить глубокий анализ динамики развития и территориальных особенностей научного потенциала региона.

Данная статья посвящена вопросам распределения и динамики изменения показателей научного потенциала регионов Центрального федерального округа. Эмпирической базой анализа при этом являлись официальные статистические данные [7, 8], в качестве инструментария статистических исследований использовался пакет анализа данных общественных наук SPSS Base [10].

Для сравнительного анализа выбраны 2007 и 2011 годы. Выбор этот неслучаен. Финансово-экономический кризис 2008 – 2010 годов проявился в виде сильного снижения основных экономических показателей в большинстве стран мира. Не стала исключением и Россия. Поэтому для исследования научного потенциала регионов ЦФО был избран 2007 год, предшествующий мировому финансовому кризису. В 2011 началась вторая волна мирового кризиса. Поскольку кризисные явления в российской экономике до настоящего времени полностью не были преодолены (по прогнозам аналитиков, это произойдет только к 2014 году), второй год для исследования был выбран 2011 как конец первого этапа мирового финансово-экономического кризиса. Анализ научного потенциала регионов Центрального федерального округа в различные годы проводили как отдельные исследователи, так и группы ученых.

Так, например, сбором, обработкой и представлением информации о научном потенциале вузов и научных организаций системы образования занимается Северо-Западный научно-методический центр Министерства

образования Российской Федерации (СЗНМЦ). В результате работы СЗНМЦ были выпущены статистические и информационно-аналитические сборники: «Научный потенциал вузов и научных организаций Минобрнауки России»; «Научный потенциал вузов по федеральным округам Российской Федерации», а также создана система мониторинга научного, научно-технического и образовательного потенциала высшей школы, которая позволяет получать в динамике оценки изменения научного потенциала отдельного вуза, отдельных регионов и в целом системы высшего образования [1].

На базе СЗНМЦ исследовательской группой Г.И. Дмитриева [3] создана методика оценки научного потенциала вуза, опирающаяся на статистические материалы Министерства образования и науки РФ и характеризующая деятельность региональных вузов.

Коллектив МИФИ – В.В. Качак, А.М. Масленников, П.А. Ружинский – посчитал целесообразным использовать при оценке научного потенциала вузов России ресурсную и результативную составляющие, т.е. не только ресурсные индикаторы деятельности вузов, но и те, которые отражают результат их деятельности – результат использования ресурсного потенциала [4].

Н.В. Таганова в своем исследовании [9] сосредоточила внимание на оценке научного потенциала университетских комплексов, главенствующую роль в котором представляет кадровая составляющая научного потенциала.

В.И. Аверченков, В.М. Кожухар, А.С. Сазонова [1] выполнили оценку и ранжирование регионов ЦФО по значению научного потенциала с использованием двух разных экспертных методов. В основе одного из них лежал метод анализа иерархий (МАИ) Т. Саати. В основе другого метода производилось прямое назначение весов экспертами с последующим их согласованием при помощи итерационной процедуры, предусмотренной методом Дельфы.

К факторам, характеризующим научный потенциал региона, в работе [1] были отнесены: число научных учреждений; численность исследовательского персонала, докторов и кандидатов наук, докторантов и соискателей; число защищенных кандидатских и докторских диссертаций; число специализированных советов по защите; стоимость оборудования вузов; количество полученных охранных документов на интеллектуальную собственность; количество научных публикаций; количество отличий за научную деятельность (премии, награды); количество научных экспонатов на выставках; число вузов; число специальностей в вузах.

Анализ результатов исследования [1] показал, что наибольший вклад в научный потенциал региона вносят численность докторов наук, годовые объемы выделяемых на научную деятельность ассигнований, число защищенных докторских диссертаций и годовое количество полученных охранных документов на интеллектуальную собственность.

В публикации [6] Ю.В. Немцева и А.С. Потапов провели анализ первичных показателей, отражающих научный потенциал регионов Центрального федераль-

ного округа: число организаций, выполнявших исследования и разработки; данные по персоналу, занятому исследованиями и разработками, дифференцированные по категориям (исследователи, техники, вспомогательный и прочий персонал); данные по исследователям – докторам и кандидатам наук.

В статье [6] также рассматривались и некоторые аналитические и интегральные показатели: численность персонала, выполнявшего исследования и разработки, на одну организацию и на душу населения, в целом и по категориям; численность докторов и кандидатов наук на одну организацию и на душу населения; доля исследователей с ученой степенью; соотношение кандидатов и докторов наук; индексы концентрации, отражающие асимметрию распределения показателей научного потенциала.

Результаты анализа этих и других исследований по рассматриваемой проблеме позволяют сделать вывод о том, что отсутствует единство представления исследователей как по определению научного потенциала региона, так и по составу индикаторов, характеризующих этот потенциал.

Поясним принятую в данной работе терминологию анализа научного потенциала. Прежде всего, необходимо дать определение термина «научные исследования и разработки». Согласно [8, с.820], научные исследования и разработки – творческая деятельность, осуществляемая на систематической основе с целью увеличения суммы научных знаний, в том числе о человеке, природе и обществе, а также поиска новых областей применения этих знаний.

Научные исследования включают в себя фундаментальные и прикладные исследования. Фундаментальные исследования – это экспериментальные или теоретические исследования, направленные на получение новых знаний без какой-либо конкретной цели, связанной с использованием этих знаний. Их результат – гипотезы, теории, методы и т.д. Фундаментальные исследования могут завершаться рекомендациями о проведении прикладных исследований для выявления возможностей практического использования полученных научных результатов, научными публикациями. Это – первый, «верхний» уровень научных исследований.

Прикладные исследования, как второй уровень научных исследований, представляют собой оригинальные работы, направленные на получение новых знаний с целью решения конкретных практических задач. Прикладные исследования определяют возможные пути использования результатов фундаментальных исследований, новые методы решения ранее сформулированных проблем.

Завершают научные исследования разработки. Это систематические работы, которые основаны на существующих знаниях, полученных в результате исследований и (или) практического опыта, и направлены на создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов. Эти работы могут также предполагать значительное усовершенствование уже имеющихся объектов.

Основными элементами научного потенциала в официальной статистике считаются организации, выполняющие научные исследования и разработки, а также занятый исследованиями и разработками персонал.

В составе персонала, занятого исследованиями и разработками, т.е. лиц, «чья творческая деятельность, осуществляемая на систематической основе, направлена на увеличение суммы научных знаний и поиск новых областей применения этих знаний, а также занятых оказанием прямых услуг, связанных с выполнением исследований и разработками» [8, с.820], выделяются четыре категории: исследователи, техники, вспомогательный и прочий персонал.

Под исследователями понимают работников, профессионально занимавшихся исследованиями и разработками и непосредственно осуществлявших создание новых знаний, продуктов, методов и систем, а также управление указанными видами деятельности.

В отличие от исследователей, имеющих, как правило, высшее образование, ученые степени и звания, техники, работающие под их руководством, в исследованиях и разработках выполняют технические функции.

Вспомогательный персонал охватывает работников, выполняющих вспомогательные функции, связанные

с проведением исследований и разработок. К ним относятся работники планово-экономических, финансовых подразделений, патентных служб, подразделений научно-технической информации, научно-технических библиотек; рабочие, осуществляющие монтаж, наладку и ремонт научного оборудования и приборов; рабочие опытных (экспериментальных) производств; лаборанты, не имеющие высшего и среднего специального образования.

Согласно официальной статистике, в общем числе исследователей выделяют исследователей с учеными степенями в целом, а также отдельно докторов и кандидатов наук. Эти показатели отражают качественный состав персонала, занятого исследованиями и разработками.

Рассмотрим вначале математические методы анализа территориального распределения показателей научно-инновационного потенциала. Их можно разделить на две группы: графические и аналитические. К первым относятся диаграммы Парето, в том числе с кумулятой, диаграммы последовательностей, эмпирические гистограммы. Последний вид графического представления распределений – эмпирические гистограммы, – как правило, не может быть использован ввиду малого объема выборок.

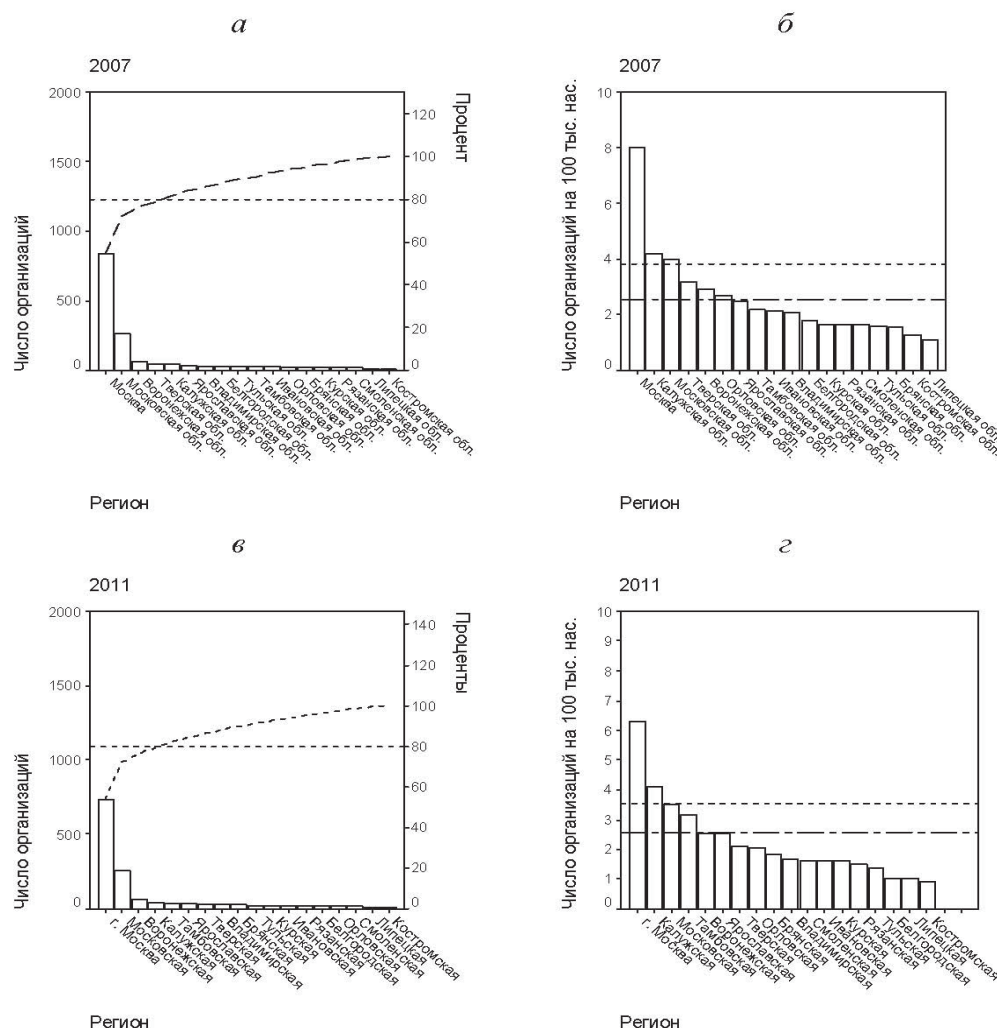


Рис. 1. Распределение регионов ЦФО: а и в – по числу организаций, выполнявших исследования и разработки в 2007 и 2011 годах; б и г – по числу организаций на 100 тыс. населения в 2007 и 2011 годах. Пунктир – уровень ЦФО; штрих-пунктир – уровень РФ.

На рис. 1 в качестве примера приведены диаграммы Парето, иллюстрирующие распределение регионов Центрального федерального округа по числу организаций, выполнявших исследования и разработки в 2007 и 2011 годах.

Особенность диаграмм Парето с кумулятивной кривой на рис. 1 *а* и *в* в том, что они не только представляют ранжирование регионов по числу организаций, выполнявших исследования и разработки, но и дают определенную информацию о концентрации данного показателя научно-инновационного потенциала в России.

В этих целях на диаграммах указан 80%-й уровень показателя – в данном случае 1229 организаций из общего числа 1536 в 2007 году и 1092 организаций из общего числа 1365 в 2011 году. Согласно эмпирическому правилу Парето, 80% продукции производят 20% предприятий. В Центральном федеральном округе – 18 регионов, 20% – это 14-15 регионов. Из диаграммы Парето с кумулятивной кривой видно, что 80% научной «продукции» производят всего четыре региона – г. Москва, Московская, Воронежская и Тверская области, т.е. степень концентрации организаций, выполнявших исследования и разработки, была чрезвычайно высока как в 2007 г., так и в 2011 г.

Понятно, что число организаций в регионах положительно коррелирует с численностью проживающего в них населения. В данном случае, коэффициент корреляции составляет величину 0,963, статистически значимую на двустороннем уровне не хуже 0,0005. Поэтому наряду с абсолютными величинами, необходимо рассматривать также и удельные – на рис. 1 б и г это число организаций на 100 тыс. населения. Здесь кумюлята не имеет смысла, и на диаграмме Парето указан средний уровень показателя в ЦФО и РФ. Видно, что по числу организаций на 100 тыс. населения лидирует г. Москва с показателями 7,99 (2007 г.) и 6,31 (2011 г.), на втором месте – Калужская область – 4,17 (2007 г.) и 4,07 (2011 г.). Третье место с показателем, близким к среднему по Центральному федеральному округу – у

Московской области. «Аутсайдером» в 2007 году была Липецкая область, а в 2011 стала Костромская область. Рассмотрим теперь распределение по регионам такого важного показателя научного потенциала, как численность персонала, выполнявшего исследования и разработки, на одну организацию – рис. 2.

Сравнивая диаграммы рис. 2, построенные для двух интервалов времени – 2007 и 2011 гг., можно отметить, что численности персонала, приходящегося на одну организацию в ЦФО и РФ, осталась прежней. Не изменились пары лидеров (Московская область и г. Москва) и «аутсайдеров» (Липецкая и Костромская области). При этом показатели лидеров с 2007 по 2011 год увеличились. Так, в Московской области «мощность» организаций, выполнявших исследования и разработки, в среднем за этот период выросла от 330 до 342 человек, в г. Москва – с 308 до 324 человек, тогда как у отстающих областей показатели с 2007 по 2011 год практически не изменились.

За рассматриваемый период изменилось также и соотношение категорий персонала – рис. 3.

Особенностью диаграмм рис. 3 является то, что на каждой из них представлены так называемые профили аналитических показателей научного потенциала в два интервала времени – 2007 и 2011 гг., при этом распределения условно показаны в виде точечно-линейчатых графиков, как это принято при визуализации рядов динамики.

По диаграмме рис. 3 *а* можно сделать вывод о заметной изменчивости доли исследователей по регионам Центрального федерального округа. Расчеты показывают, что коэффициент вариации доли исследователей в 2007 году составлял 18,0%, а в 2011 – 21,7%, т.е. изменчивость показателя за этот период увеличилась незначительно.

Изменчивость доли техников по регионам ЦФО значительно больше. Коэффициент вариации этого показателя в 2007 году составлял 36,5%, а в 2011 году его значение увеличилось до 45%. При этом средний уровень доли этой категории персонала практически не изменился (в 2007 году – 8,1% , в 2011 году 8,6%).

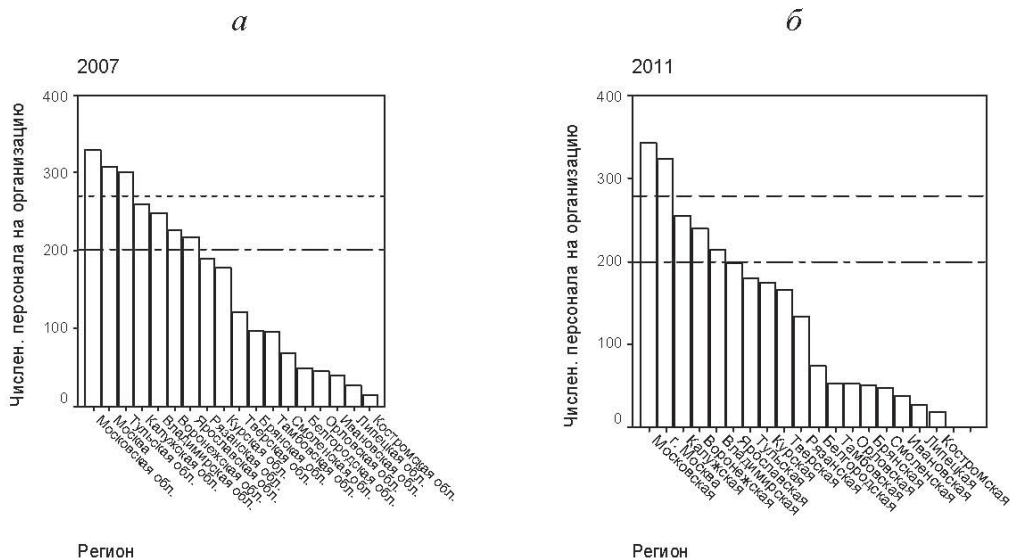


Рис. 2. Распределение регионов ЦФО по численности персонала в одной организации, выполнявшего исследования и разработки: *a* – в 2007 г.; *б* – в 2011 г. Пунктир – уровень ЦФО; штрих-пунктир – уровень РФ.

Достаточно велика и территориальная неравномерность доли вспомогательного персонала: коэффициент вариации этого показателя в 2007 году составлял 35,5%, а в 2011 году его значение составило 34,9%.

Примерно также велика изменчивость по регионам округа доли персонала, отнесенного к категории «прочие»: коэффициент вариации этого показателя в 2007 году составлял 29,6%, а в 2011 году его значение суще-

СТВЕННО УВЕЛИЧИЛОСЬ – 42,4%.

Перейдем к анализу распределения по регионам следующего важного показателя научного потенциала – численности персонала, выполнявшего исследования и разработки, на 100 тыс. населения – рис. 4. В отличие от предыдущего, этот показатель отражает уровень научного потенциала региона.

По диаграммам рис. 4 можно отметить высокую асим-

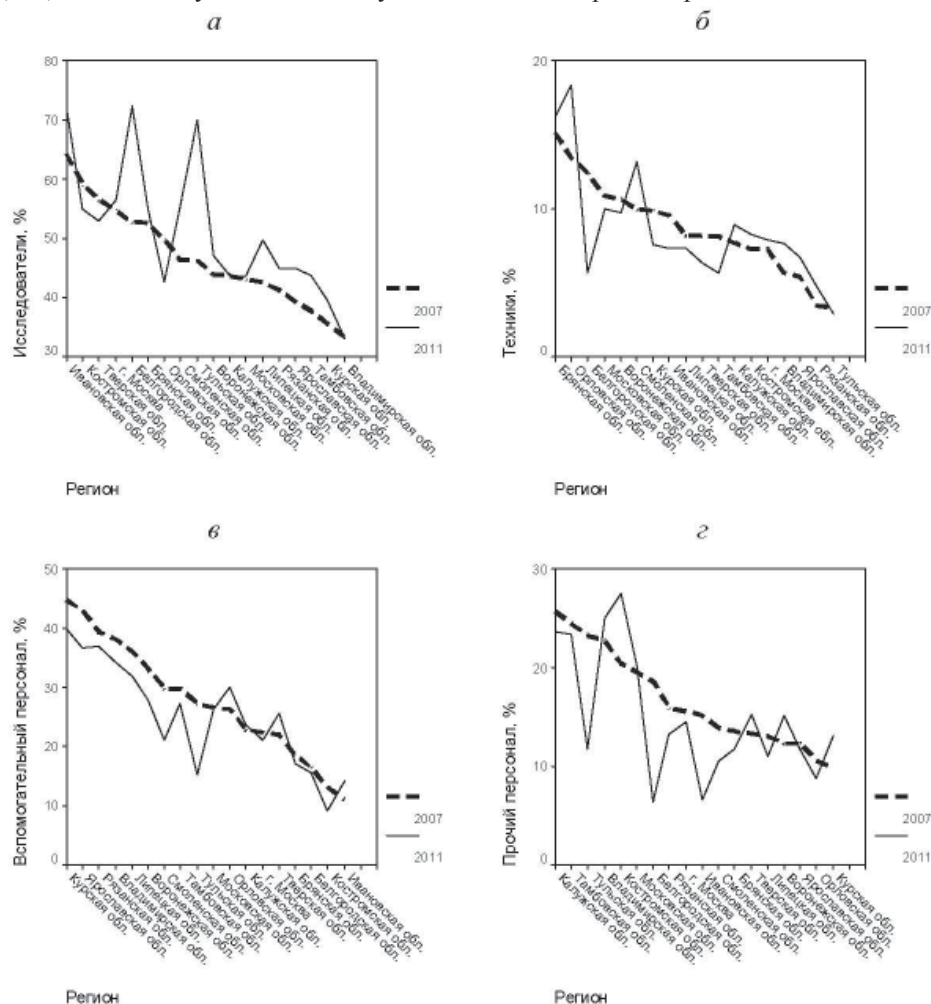


Рис. 3. Распределение регионов ЦФО по категориям персонала, выполнявшего исследования и разработки.

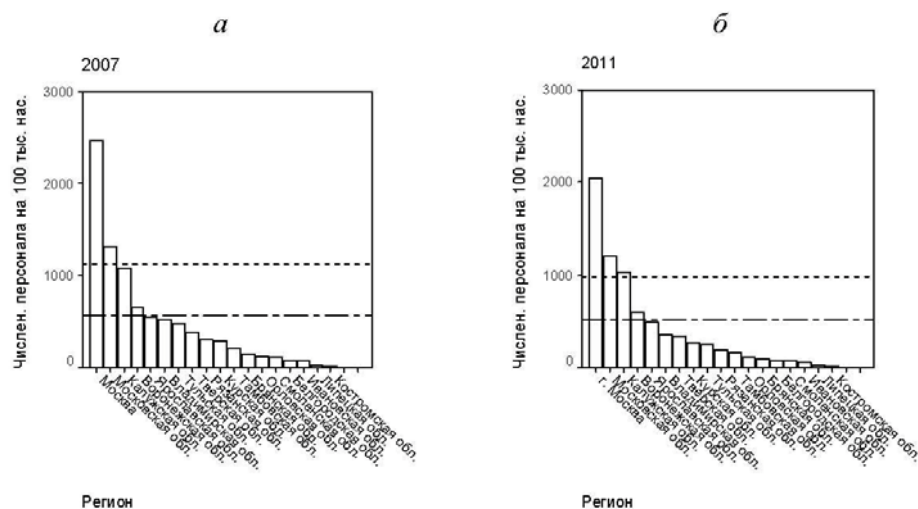


Рис. 4. Распределение регионов ЦФО по численности персонала, выполнявшего исследования и разработки, на 100 тыс. населения: *а* – в 2007 г.; *б* – в 2011 г. Пунктир – уровень ЦФО; штрих-пунктир – уровень РФ.

метрию научного потенциала регионов Центральной России, которая в период 2007-2011 гг. практически не изменилась: если в 2007 году коэффициент вариации составлял 123,6%, то в 2011 – 127,69%. Но уровень показателя при этом снизился – с 1118,5 до 987,0 человек на 100 тыс. населения, проживающего в ЦФО, что составляет 88,2% от уровня 2007 г. Особенно сильно снизился научный потенциал г. Москвы – с 2464,1 человек на 100 тыс. населения в 2007 году до 2046,2 человек на 100 тыс. населения в 2011 году, т.е. почти на 17%. Это прямое следствие не только финансово-экономического кризиса, но и неудовлетворительной государственной политики в отношении науки.

При изучении научного потенциала территорий ЦФО нельзя не остановиться на исследовании аспирантуры как официальной системы подготовки молодых научных кадров региона. Плановая подготовка специалистов высшей квалификации, осуществляемая аспирантурой, должна решать задачи сохранения и развития научного потенциала регионов ЦФО, обеспечивать преемственность традиций научного наследия, научных и научно-педагогических школ, способствовать формированию научной элиты региона, осуществляющей развитие науки, техники и технологий страны и всех ее территорий.

В настоящий момент одним из основных критериев эффективности работы аспирантуры является процент аспирантов, защитивших диссертации (не позднее чем через год после окончания учебы), от числа принятых в аспирантуру и числа выпускников аспирантуры. Пороговые значения аккредитационного показателя составляют 25% и 70% соответственно.

Рис. 5 наглядно иллюстрирует резкое снижение данных показателей эффективности работы аспирантуры в 2011 году, а значит и снижение научного потенциала регионов Центрального федерального округа. Пороговое значение аккредитационного показателя в 25% преодолели в 2011 году только 6 из 18 областей ЦФО: Белгородская, Воронежская, Ивановская, Липецкая, Тамбовская и Тульская области.

Почти во всех регионах ЦФО отмечается снижение показателей 2011 года по сравнению с 2007 годом, что

не может не настораживать. Повышающиеся с каждым годом расходы соискателя по защите диссертации, низкие зарплаты ППС, недостаточно эффективная система подготовки аспирантов, отсутствие финансовой поддержки молодых ученых со стороны государства – вот те негативные факторы, для преодоления которых нужны принципиальные изменения государственной политики в отношении науки.

В существующем виде система подготовки научных кадров не справляется со своей основной функцией кадрового обеспечения текущих и перспективных потребностей регионов ЦФО. В настоящее время, на наш взгляд, требуются кардинальные обновления системы подготовки научных кадров регионов на всех уровнях.

В данной статье был представлен анализ распределения и динамики изменения показателей научного потенциала регионов Центрального федерального округа. В ходе исследования выявлено достаточно сильное снижение основных показателей научного потенциала регионов ЦФО в 2011 году по сравнению с 2007 годом. Конечно, часть выявленных проблем является следствием мирового финансово-экономического кризиса, который привел к падению престижа научного труда в России; старению научно-педагогических кадров; понижению интереса молодежи к научной деятельности. С другой стороны, появляются проблемы, обусловленные современной ситуацией.

Региональная наука – это показатель развитости территории, залог технического прогресса, основа ее экономики. В условиях мирового финансового кризиса на научные кадры региона возложена особая миссия. Качественные технологические изменения, инновационные разработки должны помочь каждому региону в отдельности и стране в целом выйти из этого трудного периода обновленной и конкурентоспособной.

Однако в помощи нуждается и сама научная отрасль. Финансовая поддержка со стороны государства талантливых молодых ученых, повышение имиджа научного работника в обществе, популяризация в средствах массовой информации помогут сформировать новое видение науки и доказать, что это перспективная сфера деятельности.

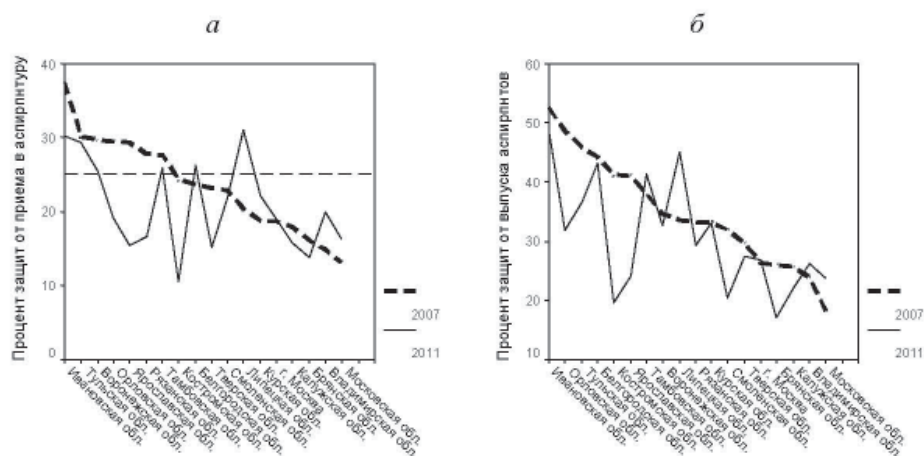


Рис. 5. Распределение регионов ЦФО: а – по доле аспирантов, защитивших диссертации, от принятых в аспирантуру. Горизонтальная пунктирная линия – уровень 25%; б – по доле аспирантов, защитивших диссертации, от окончивших аспирантуры.

Библиографический список

1. *Аверченков В.И.* Оценка научного потенциала региона. / В.И. Аверченков, В.М. Кожухар, А.С. Сазонова // Вестник Брянского государственного технического университета. 2009. № 2 (22). С. 123-129.
2. *Бедный Б.И.* Диагностика научного потенциала и результативности аспирантуры. / Б.И. Бедный, А.А. Миронос // Материалы МНПК «Инновации и подготовка научных кадров высшей квалификации в Республике Беларусь и за рубежом» / под ред. И.В. Войтова. Минск: БелИСА, 2008. 316 с.
3. *Дмитриев Г.И.* Анализ научного потенциала высшей школы и разработка аналитической системы мониторинга научно-исследовательской деятельности вузов и научных организаций. / Г.И. Дмитриев, Е.А. Законников, В.А. Мейев // Материалы ВНПК «Образовательная среда». – <http://www.ict.edu.ru>
4. *Качак В.В.* Оценка научного потенциала вузов регионов России и эффективность его использования. / В.В. Качак, А.М. Масленников, П.А. Ружинский. М.: Изд-во МИФИ, 1998. 79 с.
5. *Немцева Ю.В.* Научно-инновационный потенциал Центральной России: статистический анализ. / Ю.В. Немцева, А.С. Потапов // Транспортное дело России. 2010. №9. С. 24-36.
6. *Немцева Ю.В.* Концептуальные подходы к оценке научно-инновационного потенциала регионов. / Ю.В. Немцева, А.С. Потапов, В.Г. Шуметов // Вестник научно-исследовательского института профессионального образования. Серия «Экономика и управление». Вып.2. М.: НИИРПО, 2008. С. 18-33.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2008. Стат. сб. М.: Госкомстат России, 2008. 990 с.
8. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2012. Стат. сб. М.: Госкомстат России, 2012. 990 с.
9. *Таганова Н.В.* Современные методы оценки инновационного потенциала научной деятельности университетского комплекса: автореф. дис....канд.экон.наук / Н.В. Таганова. М., 2007. – <http://revolution.allbest.ru>.
10. SPSS Base 11.0 для Windows. Руководство по применению. М.: СПСС Русь, 1998.

Reference

1. *Averchenkov V.I.* Assessment of scientific potential of the region / V.I. Averchenkov, V.M. Kozhuhar, A.S. Sazonova // Bulletin of the Bryansk State Technical University, 2009, № 2 (22). Pp. 123-129.
2. *Bednyy B.I.* Diagnosis of scientific potential and effectiveness of the graduate school / B.I. Bednyy, A.A. Mironos // ISPC Materials "Innovation and scientific training of highly qualified personnel in the Republic of Belarus and abroad" / edited by I.V. Voytova. -Minsk: BelISA, 2008. 316 p.
3. *Dmitriev G.I.* The analysis of scientific potential of higher education and the development of an analytical system for monitoring the research and activity of universities and research organizations / G.I. Dmitriev, E.A. Zakonnikov, V.A. Meyev // Materials VNPk "Educational Environment". - [Http://www.ict.edu.ru](http://www.ict.edu.ru)
4. *Kachak V.V.* Assessment of scientific potential of the universities in Russia and the efficiency of its use / V.V. Kachak, A.M. Maslennikov, P.A. Ruzhinskiy. M.: Publishing House of the Moscow Engineering Physics Institute, 1998. 79p.
5. *Nemtseva Y.V.* Research and innovative potential of Central Russia: a statistical analysis / Y. V. Nemtseva, A.S. Potapov // Transportation business in Russia. 2010. Number 9. Pp. 24-36.
6. *Nemtseva Y.V.* Conceptual approaches to the evaluation of scientific and innovative potential of the regions / Y.V. Nemtseva, A.S. Potapov, V.G. Shumetov // Bulletin of Research Institute for Vocational Education. Series "Economics and Management". Number 2. M: NIIRP 2008. pp. 18-33
7. Regions of Russia. Social and economic indicators. 2008. Moscow Journal: Russian State Committee for Statistics, 2008. 990 p.
8. Regions of Russia. Social and economic indicators, 2012. Moscow Journal: Russian State Committee for Statistics, 2012. 990 p.
9. *Taganova N.V.* Modern methods of evaluation of innovative potential of the scientific activity of the university complex: author's abstract of candidate dissertation in Economic Sciences / N.V. Taganova. M., 2007. - <http://revolution.allbest.ru>
10. SPSS Base 11.0 for Windows. Guidance on the application. Moscow: SPSS Russia, 1998.

УДК 538.91+54-123+519.65

UDC 538.91+54-123+519.65

Е.Н. ГРИБАНОВ

кандидат химических наук, доцент, кафедра химии, Орловский государственный университет
E-mail: gribanovEN@gmail.com

О.И. МАРКОВ

доктор физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой физики, Орловский государственный университет
E-mail: O.I.Markov@mail.ru

Э.Р. ОСКОТСКАЯ

доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой химии, Орловский государственный университет
E-mail: oskotskaya@yandex.ru

Ю.В. ХРИПУНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра общей, биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет

E.N. GRIBANOV

Candidate of Chemistry, associate professor, Department of chemistry, Orel state university
E-mail: gribanovEN@gmail.com

O.I. MARKOV

Doctor of physical and mathematical sciences, associate professor, head of the department of physics, Orel state university
E-mail: O.I.Markov@mail.ru

E.R. OSKOTSKAYA

Doctor of Chemistry, Professor, Department of chemistry, Orel state university
E-mail: oskotskaya@yandex.ru

YU.V. HRIPUNOV

Candidate of physical and mathematical sciences associate professor, Department of the general, biological, pharmaceutical chemistry and pharmacognosy, Orel state university

ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАНОКЛАСТЕРОВ ВИСМУТА ПРИ ГИДРИРОВАНИИ ПО ДАННЫМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ*

CHANGE OF ENERGY PARAMETERS OF BISMUTH'S NANOCCLUSERS IN THE HYDROGENATION BY THE DATA OF QUANTUM-CHEMICAL MODELING

В статье приведены результаты квантово-химического моделирования гидрированных кластеров висмута. Описаны геометрические и энергетические параметры соответствующих структур.

Ключевые слова: нанокластер, висмут, моделирование, квантово-химические методы, ширина запрещенной зоны.

The paper deals with the results of quantum-chemical modeling of Bismuth's hydrogenated clusters. The geometrical and energetic parameters of the corresponding structures are described.

Keywords: nanocluster, bismuth, modeling, quantum-chemical methods, the bandgap.

При понижении размеров частиц веществ до ~100 нм все более определяющую роль в их свойствах играют квантовые эффекты, в результате происходит эволюция химических, механических, оптических, электрических и магнитных свойств материалов [1]. Понимание закономерностей трансформации энергетической структуры и влияния этих изменений на физические свойства позволит не только получить фундаментальные знания о веществе, но и использовать их в прикладных целях. Наноразмерные структуры висмута представляют несомненный практический интерес из-за их перспективных термоэлектрических и оптических свойств. Одним из препятствий широкого применения полуметалла висмута в термоэлектричестве является слабое перекрытие зон валентной и проводимости. Для существенного роста термоэлектрической эффективности необходимо уменьшить перекрытие зон или лучше создать энергетическую щель, т.е. перевести висмут в полупроводниковое состояние. Это возможно сделать в низкоразмерных структурах за счет размерного квантования. Большие надежды на повышение термоэлектрической добротности связывают с созданием наноструктурированных материалов [1,2]. Используя наноструктурирование, можно конструировать материалы с заданным электронным энергетическим

спектром и требуемыми физическими свойствами. В частности, наноструктуры с туннельно-прозрачными барьерами могут представлять интерес как эффективные термоэлектрики.

Кластерные системы представляют широкий научный и практический интерес [3]. Некоторые кластерные системы висмута описываются в работе [4]. Фазовые переходы кластеров висмута рассматриваются в [5]. Результаты показывают фазовый переход кластеров висмута от полуметаллического нанокристаллического до полупроводникового аморфно-подобного с уменьшением их размеров. Показано, что исчезновение перекрытия между орбиталями соседних слоев, которое сопровождается аморфизацией маленьких кластеров, приводит к полупроводниковому состоянию [5]. В работе [6] теоретически изучались квантовые размерные эффекты в одномерном полуметалле с помощью решения уравнения Больцмана. Получены аналитические выражения для электрической проводимости, коэффициента Холла, магнитосопротивления и термоэлектрической эффективности для нанопроволок. При уменьшении до определенного размера полуметалл трансформируется в полупроводник. Как показано в [6], предложенный подход может быть применен для других низкоразмерных систем, например, квантовых точек.

* Исследование выполнено в рамках выполнения государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ. Задание № 2014/369. Проект № 1247

Данная работа является продолжением работ [7-10], где представлены результаты квантово-химического моделирования нанокластеров висмута. Поскольку кластеры металла окружены газовой средой, в том числе активными газами, представляет интерес выяснить, как влияют атомы газа, вступившие в связь с атомами висмута, на физические параметры кластеров.

Целью данной работы является определение методами квантово-химического моделирования и сопоставление геометрических и энергетических характеристик гидрированных нанокластеров висмута $Bi_n H_m$ с кластерами Bi_n .

Расчеты структурных и энергетических характеристик кластеров висмута выполнены методом Хартри-Фока, а также в рамках теории функционала плотности, с использованием гибридного функционала B3LYP, сочетающим трехпараметровый обменный функционал Бекке [11] и корреляционный функционал Ли, Янга и Пара [12]. Использовался базисный набор CEP-121G [13], выбор которого связан с природой исследуемого элемента. Расчеты проведены в программном пакете Gaussian 03W [14].

На первом этапе расчетов производилась оптимизация геометрии кластеров (отыскание геометрии атомной системы с минимальной энергией). В целях экономии машинного времени оптимизация осуществлялась полумпирическим квантово-химическим методом PM3. Поскольку массивный монокристалл висмута имеет слоистое строение, изначально предполагалась слоистая трехмерная структура кластеров висмута. Особенность выбранных для расчета конфигураций состоит в том, что их поверхность не содержит радикальных атомов висмута, т.е. химически устойчива. В расчетах использовались кластеры висмута Bi_n , где n – количество атомов (8, 18, 50, 98, 162). В качестве примера на рис.1 приводится геометрическая конфигурация кластера висмута Bi_{18} .

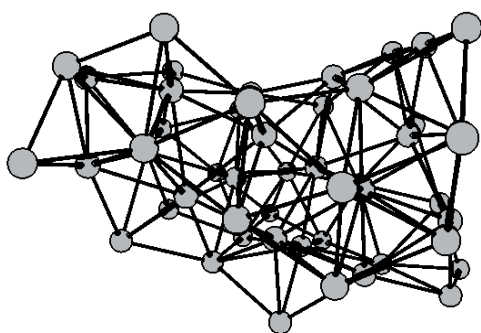


Рис. 1. Геометрическая конфигурация кластера Bi_{18} .

На втором этапе проводилось построение гидрированных кластеров. На рис.2. приведена геометрическая конфигурация кластера $Bi_{18}H_8$.

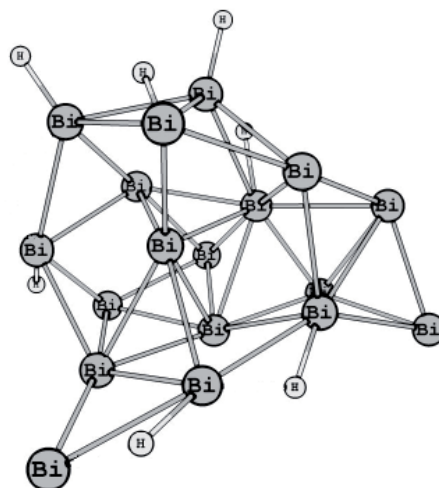


Рис. 2. Геометрическая конфигурация кластера $Bi_{18}H_8$.

Важной характеристикой состояния вещества, определяющей его физические свойства и связанной с трансформацией электронного спектра при изменении размеров кластеров, является энергетический зазор между зонами. Положения нижней вакантной молекулярной орбитали (НВМО) и высшей заполненной молекулярной орбитали (ВЗМО) определяют границы зоны проводимости и валентной зоны соответственно, а разность энергий НВМО и ВЗМО характеризует величину запрещенной зоны (E_g). Квантово-химические методы расчета позволяют проследить изменение E_g от числа атомов в кластере. Для определения E_g в качестве начальных условий задавалась оптимальная геометрическая структура кластера. Графические зависимости энергетического зазора от числа атомов в кластере висмута, полученные с помощью разных расчетных схем, представлены на рис.3.

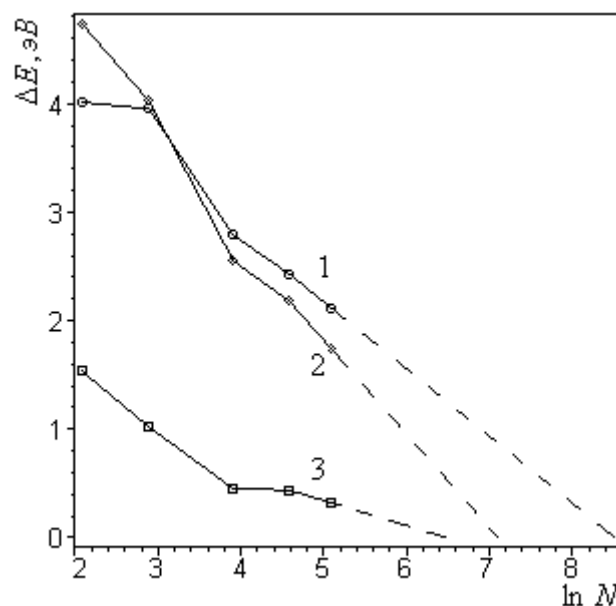


Рис. 3. Зависимость ширины энергии запрещенной зоны от числа атомов в кластере. 1 – расчет полумпирическим методом PM3, 2 – методом Хартри-Фока RHF/CEP-121G, 3 – методом функционала плотности DFT/B3LYP CEP-121G.

Кривая 2, рассчитанная методом Хартри-Фока, достаточно убедительно показывает, что малые кластеры Bi представляют собой изоляторы. Метод функционала плотности (кривая 3) предсказывает меньший энергетический зазор, характерный для полупроводникового состояния. Данные различия в величине E_g можно объяснить отсутствием учета энергии электронной корреляции для методов, основанных на теории Хартри-Фока.

Далее проводили расчеты кластеров Bi_nH_m . За основу брали те же кластеры висмута, но с присоединенными атомами водорода. На рисунке 4 и 5 приведены геометрические конфигурации кластеров, $Bi_{50}H_{24}$ и $Bi_{98}H_{40}$ соответственно.

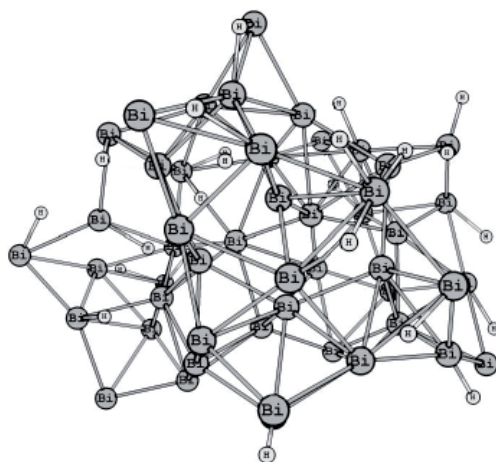


Рис. 4. Геометрическая конфигурация кластера $Bi_{50}H_{24}$.

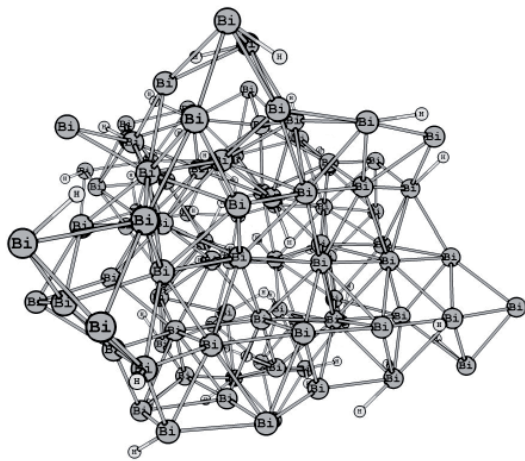


Рис. 5. Геометрическая конфигурация кластера $Bi_{98}H_{40}$.

Сравнение геометрии нанокластеров Bi_n и Bi_nH_m , соответствующих одному и тому же числу атомов висмута n , показывает незначительное изменение их форм. Данное обстоятельство позволяет сделать заключение о слабом влиянии гидрирования на геометрию кластеров.

На рисунке 6 приведены данные по ширине запрещенной зоны, рассчитанные методом DFT. Кривая 1 для кластеров Bi_n , 2 – Bi_nH_m . Как видно из графика, наличие водорода в составе кластеров приводит к уменьшению ширины запрещенной зоны. Наибольшее уменьшение происходит для кластера с $n=18$.

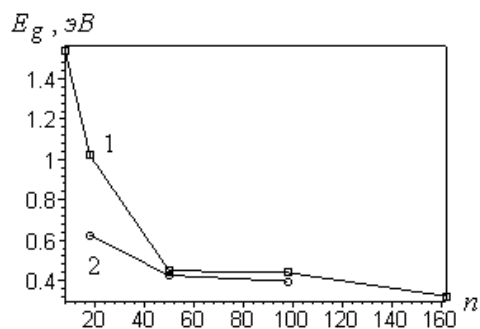


Рис. 6. Зависимость ширины энергии запрещенной зоны от числа атомов в кластере, рассчитанная методом DFT, 1 – для кластеров Bi_n , 2 – для кластеров Bi_nH_m .

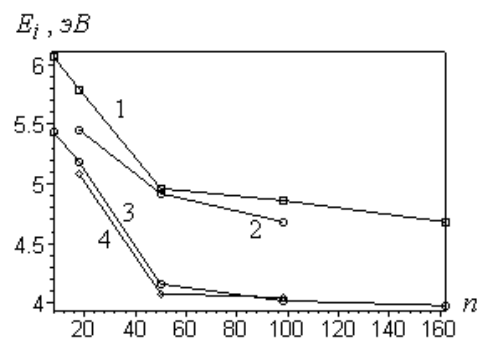


Рис. 7. Зависимость энергии ионизации от числа атомов в кластере. Кривые 1, 2 получены методом функционала плотности, 3, 4 – методом Хартри-Фока.

Химическая активность кластеров характеризуется энергией ионизации (E_i). Изменение энергии ионизации кластеров с размером позволяют рассмотреть эффективный подход к изучению эволюции свойств кластеров к свойствам массивного материала, поскольку определяет способность к переносу электронов в химических реакциях. Проведенные исследования позволили установить энергию ионизации атомов для каждого кластера. Соответствующие зависимости потенциалов ионизации для кластеров висмута в обратной зависимости от числа атомов приведены на рисунке 7. Кривые 1 и 3 для Bi_n , 2 и 4 для Bi_nH_m . Для структур с малым количеством атомов изменения энергии ионизации более значительны. Энергия ионизации, рассчитанная методом Хартри-Фока, резко уменьшается для малых кластеров $n < 50$, затем асимптотически стремится к постоянному значению. Энергия ионизации кластеров Bi_nH_m также снижается. Расчет проведен методами DFT (кривые 1, 2) и HF (кривые 3, 4).

Как видно из графиков, кластеры Bi_nH_m , в основном, имеют меньшую энергию ионизации, чем кластеры Bi_n , за исключением кластера $Bi_{98}H_{40}$.

В заключение следует отметить, что полученные с использованием квантово-химических методов расчета энергетические характеристики кластеров висмута и гидрированных кластеров висмута отражают лишь начальный этап изучения. Определены закономерности изменения фундаментальных параметров зонной структуры – ширины запрещенной зоны, энергии ионизации. Установлено, что гидрирование малых кластеров висмута приводит к уменьшению ширины запрещенной зоны и энергии ионизации. На основании проведен-

ных расчетов можно сделать предварительный вывод, что гидрирование, не приводя к коренной перестройке структуры, открывает качественно новые перспективы

применения висмутовых кластеров, поскольку может использоваться для изменения их зонной структуры и управления их свойствами.

Библиографический список

1. Родунер Э. Размерные эффекты в наноматериалах. М.: Техносфера, 2010. 352 с.
2. Наноструктурные материалы. Под ред. Р. Ханника, А. Хилл. М.: Техносфера, 2009. 488 с.
3. Khanna S.N. Atomic clusters: Building blocks for a class of solids / S. N. Khanna and P. Jena // Phys. Rev. B. 1995. Vol. 51. No. 19. Pp. 13705-13716.
4. Reichel Ren'e. Nano scale cluster devices // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Physics in the University of Canterbury / Ren'e Reichel. Christchurch, New Zealand 2007.– 163 p.
5. Ikemoto H. Phase transitions of bismuth clusters / H. Ikemoto, T. Miyana, T. Kiuchi // J. of Non-Crystalline Solids. 2007. Vol. 353. P. 3394–3398.
6. Farhangfar Shadyar. Quantum size effects in a one-dimensional semimetal [Text] / Shadyar Farhangfar // Phys. Rev. B 2006. Vol. 74. P. 205318.
7. Хрипунов Ю.В. Моделирование нанокластеров висмута квантово-химическими методами / Хрипунов Ю.В., Марков О.И., Грибанов Е.Н. // Сб. материалов IV Всероссийской конференции по наноматериалам «НАНО-2011» / Москва, Россия, 2011. М.: ИМЕТ РАН, 2011. С. 136.
8. Грибанов Е.Н. Квантово-химическое моделирование кластеров висмута / Е. Н. Грибанов, О. И. Марков, Ю. В. Хрипунов // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов: сб. науч. тр. / ТГУ – Тверь, 2011. Вып. 3. С. 27-32.
9. Грибанов Е.Н. Когда висмут становится полуметаллом? / Грибанов Е.Н., Марков О.И., Хрипунов Ю.В. // Российские нанотехнологии. 2011. № 9-10. С. 89-91.
10. Грибанов Е.Н. Расчет кластеров висмута квантово-химическими методами / Грибанов Е.Н., Марков О.И., Хрипунов Ю.В. // Химическая физика и мезоскопия. 2012. Т. 14. № 1. С. 40-46.
11. Becke A.D. Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior // Phys. Rev. A. 1988. Vol. 38. No. 6. Pp. 3098 – 3100.
12. Lee C. Development of the Colle-Salvetti correlationenergy formula into a functional of the electron density / C. Lee, W. Yang, R.G. Parr // Phys. Rev. B. 1988. Vol. 37. No. 2. Pp. 785 – 789.
13. Stevens W. J Relativistic compact effective potentials and efficient shared-exponent basis sets for the third-, fourth- and fifth-row atoms [Text] / W. J. Stevens, M. Krauss, H. Basch, P. G. and Jasien // Can. J. Chem. 1992. Vol. 70. No. 2. Pp. 612-630.
14. Gaussian 03 / Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B. and etc. - Gaussian 03, Revision B-03. Gaussian, Inc., - Pittsburgh, PA, 2003. - [Электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.gaussian.com>, свободный.

References

1. Roduner E. Size effects in nanomaterials. / E. Roduner . M.: Technosphere, 2010 . 352 .
2. Nanostructured Materials. / ed. Hannika R., A. Hill. M. Technosphere, 2009 . 488 p.
3. Khanna S. N. Atomic clusters: Building blocks for a class of solids / S. N. Khanna and P. Jena // Phys. Rev. B. 1995 . Vol. 51. No. 19. Pp. 13705-13716 .
4. Reichel Ren'e Nano scale cluster devices [Text] // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Physics in the University of Canterbury / Ren'e Reichel. Christchurch, New Zealand, 2007 . 163 p.
5. Ikemoto H. Phase transitions of bismuth clusters. / H. Ikemoto, T. Miyana, T. Kiuchi // J. of Non-Crystalline Solids. 2007 . Vol. 353. Pp. 3394-3398 .
6. Farhangfar Shadyar. Quantum size effects in a one-dimensional semimetal. / Shadyar Farhangfar // Phys. Rev. B - 2006 . Vol. 74. P. 205318 .
7. Hripunov Yu. Simulation of bismuth nanoclusters quantum chemical methods. / Hripunov Yu.V., Markov O.I., Griбанov E.N. // Collection of materials IV All-Russian Conference on Nanomaterials, «NANO-2011» /Moscow, Russia, 2011. M., IMET RAS, 2011. p. 136.
8. Griбанov E.N. Quantum-chemical modeling of bismuth's clusters [Text] / Griбанov E.N., Markov O.I., Hripunov V.Yu. // Physical and chemical aspects of the study of clusters , nanostructures and nanomaterials: collection of scientific works/ TSU - Tver, 2011 . No. 3 . P. 27- 32.
9. Griбанov E.N. When bismuth becomes a semimetal? / Griбанov E.N., Markov O.I., Hripunov V.Yu. // Russian nanotechnology. 2011. № 9-10. Pp. 89-91.
10. Griбанov E.N. Settlement bismuth's clusters by quantum chemical methods / Griбанov E.N., Markov O.I., Hripunov Yu. V. // Chemical Physics and mesoscopy . 2012 . Vol. 14. № 1. Pp. 40-46.
11. Becke A. D. Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior. / Becke A.D. // Phys. Rev. A.1988. Vol. 38. No. 6. Pp. 3098 - 3100.
12. Lee C. Development of the Colle-Salvetti correlationenergy formula into a functional of the electron density [Text] / C. Lee, W. Yang, R.G. Parr // Phys. Rev. B. 1988 , Vol. 37. No. 2 . Pp. 785 - 789.
13. Stevens W. J Relativistic compact effective potentials and efficient shared-exponent basis sets for the third-, fourth-and fifth-row atoms / W. J. Stevens, M. Krauss, H. Basch, P. G. and Jasien // Can. J. Chem. 1992 . Vol. 70 . No. 2 . Pp. 612-630 .
14. Gaussian 03 / Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HBand etc. Gaussian 03, Revision B-03. Gaussian, Inc., Pittsburgh, PA, 2003. [Electronic resource] : access mode : <http://www.gaussian.com>, free .

С.А. ДОЛГОВА

кандидат экономических наук, доцент, кафедра финансов инвестиций и кредита, Орловский государственный аграрный университет
E-mail: s_a_dolgova@mail.ru

S.A. DOLGOVA

Candidate of economic sciences, assistant professor, Departments of finance, investments and credit, Orel state agrarian university
E-mail: s_a_dolgova@mail.ru

УЧЕТ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ БАНКОВСКИХ ЗАЕМЩИКОВ

CONSIDERATION OF RISK AND UNCERTAINTY IN ASSESSING THE VIABILITY OF BANK BORROWERS

В статье предлагается методика оценки производственной состоятельности сельскохозяйственных предприятий, основанная на использовании математических методов и моделей, с целью повышения эффективности принятия решения по выдаче кредита в условиях риска и неопределенности. Так как процесс кредитования связан с действием многообразных факторов риска, способных привести к непогашению кредита и процентов по нему, перед банковским сектором возникает необходимость разработки подходов к формированию оценки вероятности достижения результата и прежде всего в производственной сфере.

Ключевые слова: критерий выбора решений, математические методы и модели, коэффициент устойчивости, коэффициент вариации, кумулятивная вероятность, кривые вероятности.

The article proposes the methods of evaluation of production solvency of agricultural enterprises, based on the use of mathematical methods and models, with the aim of increasing the effectiveness of decision-making on granting a loan in the conditions of risk and uncertainty. As the lending process is associated with many risk factors that can lead to repay the loan and interest thereon, to the banking sector emerges the need for the development of approaches to assess the likelihood of achieving results and first of all in the sphere of production.

Keywords: the criterion of selection-making, mathematical methods and models, the stability coefficient, coefficient of variation, cumulative probability, probability curves.

В кредитных сделках гарантии банков в возврате выданных средств и бесперебойном обслуживании кредитов возрастают за счет предварительной оценки кредитоспособности заемщиков. Банкам при принятии решения о выдаче кредита необходимо обращать особое внимание на «вероятность» сохранения заемщиком состоятельности в долгосрочной перспективе, т.е. возможности погасить основную сумму долга и проценты за использование заемных средств. Этот момент важен для банковской практики, поскольку невозврат кредита, то есть кредитный риск, еще не стал разовым явлением.

Важный теоретический и практический интерес представляет выявление специфических особенностей проявления риска в сельском хозяйстве.

Важнейшая особенность сельского хозяйства состоит в том, что здесь сельхозтоваропроизводители вынуждены вступать в отношения с природой, эти отношения нередко носят противоречивый характер и приводят к отрицательным, а порой и катастрофическим последствиям, что связано с частой непредсказуемостью природы (сильные морозы, град, засуха или наводнения и т.д.).

В сельском хозяйстве наибольшее внимание уделяется в первую очередь производственной сфере, которая непосредственно зависит от специфических факторов. То есть акцент делается на риски, связанные с устойчивостью получения продукции. Таким образом, колебания получения продукции вынуждают говорить и о вероятности получения выручки от ее реализации – основном источнике поступления денежных средств любого бизнес-проекта.

Следовательно, производственные риски в сельском хозяйстве, определяемые спецификой аграрного производства, во многом определяют риски, связанные с кредитными отношениями, в том числе и риски невозврата кредитных ресурсов.

В результате активного включения аграрной сферы в кредитные отношения перед банками возникает задача формирования новых подходов к оценке перспектив производственной деятельности заемщика с учетом специфики сельскохозяйственного производства, а стабильность производства продукции и, следовательно, стабильность поступления денежных средств будут способствовать своевременным выплатам по кредитам.

Все это позволит банковской системе более точно оценивать свои риски и целенаправленно формировать кредитную политику при взаимодействии с сельскохозяйственными товаропроизводителями. Особенно явно это проявляется в растениеводстве, когда результаты первых лет урожайности сельскохозяйственных культур в большей степени определяются накопленным плодородием почвы, сформированным в результате предыдущих агротехнологических мероприятий, а колебания урожайности определяются погодными условиями.

Являясь кормовой базой животноводческой отрасли, объем и стабильность получения растениеводческой продукции в значительной степени определяют стабильность получения молока, мяса и т.д. В связи с чем оценку производственной состоятельности прежде всего целесообразно проводить относительно отрасли растениеводства.

Такая оценка должна осуществляться на примере совокупности сельхозпредприятий, в качестве такой совокупности были выбраны административные районы, расположенные в различных агроклиматических условиях Орловской области. К ним были отнесены Болховский, Кромской и Ливенский районы.

Важным моментом в повышении устойчивости сельскохозяйственного производства является предпочтение сельскохозяйственным культурам, которые не только наиболее привлекательны с точки зрения возможности их реализации, но и имеют преимущества с точки зрения устойчивости урожайности.

Для оценки устойчивости отдельных сельскохозяйственных культур возможно применение методики, которая была предложена в научной литературе И.Б. Загайтовым и П.Д. Половинкиным [2].

На основании динамики урожайности сельскохозяйственных культур были рассчитаны коэффициенты вариации урожайности и коэффициенты устойчивости урожайности.

Итоговые показатели устойчивости сельскохозяйственных культур по исследуемым районам Орловской области приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Коэффициенты устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур в 2000-2012 гг.

Районы	Пшеница озимая	Рожь озимая	Пшеница яровая	Ячмень	Гречиха	Сахарная свекла	Кукуруза на силос	Многолетние травы на сено
Болховский	0,820	0,758	0,481	0,793	0,694	0,102	0,689	0,770
Кромской	0,788	0,773	0,543	0,681	0,698	0,680	0,779	0,768
Ливенский	0,835	0,773	0,749	0,818	0,732	0,771	0,829	0,805

Наиболее устойчивыми сельскохозяйственными культурами по исследуемым районам являются озимая пшеница и многолетние травы на сено. По урожайности ржи озимой, ячменю и кукурузе на силос наблюдаются примерно одинаковые показатели устойчивости. Наименьшую устойчивость имеет сахарная свекла.

Сравнивая показатели устойчивости по трем анализируемым районам, следует подчеркнуть, что одна и та же культура для одного района является достаточно устойчивой, а для другого района – менее устойчивой.

Так, коэффициент устойчивости сахарной свеклы для Болховского района составляет 0,102, для Кромского района – 0,680, для Ливенского района – 0,771. В целом наибольшие показатели устойчивости урожайности практически по всем культурам наблюдаются в Ливенском районе.

Как уже отмечалось выше, с точки зрения принятия решений в области планирования и организации предпринимательской деятельности чрезвычайно важным моментом является определение вероятности наступления определенного уровня урожайности сельскохозяйственных культур.

Проведя частотный анализ полученного уровня урожайности, мы определили отдельные диапазоны

данных уровней, в которых вероятность наступления соответствующих исходов будет максимальной по отдельным видам продукции растениеводства, наиболее распространенным в исследуемых районах.

Кривые вероятностей получения определенного уровня урожайности озимой пшеницы в Болховском, Кромском и Ливенском районах Орловской области, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о том, что динамика урожайности подчиняется нормальному вероятностному распределению.

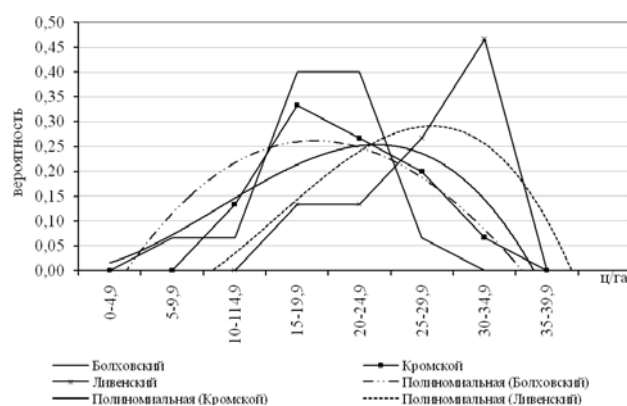


Рис. 1. Кривые вероятности урожайности озимой пшеницы.

Если в Ливенском районе вероятность получения урожайности озимой пшеницы в диапазоне 30-35 ц/га равна 0,47, то в Кромском – 0,07, а в Болховском – 0.

Все это доказывает, что вероятность наступления определенного уровня урожайности в зависимости от природно-климатических условий возделывания далеко не одинаковая, т.е. наступление благоприятных условий для возделывания одной и той же культуры в одной микроне не всегда может совпадать с его наступлением в другой.

Полученные характеристики случайного производственного результата по районам, расположенным в различных природно-климатических зонах, позволяют более гибко принимать управленческие решения в условиях риска и неопределенности.

Учет стохастических природно-климатических условий в аграрной сфере снизит риск потерь и даст возможность получить такой экономический эффект, который будет более устойчивым по отношению к данным условиям в конкретной природно-климатической зоне. С позиции банковской системы, полученные результаты будут способствовать более точной оценке устойчивости финансовой состоятельности.

В настоящее время в науке разработано достаточно специальных методических подходов, основанных на использовании математических методов и моделей, с целью повышения эффективности принятия управленческих решений в условиях риска и неопределенности.

В сельском хозяйстве наиболее часто встречающийся на практике случай – это когда имеется конечное число вариантов выбора решений $B_1, \dots, B_m$ (причем каждому варианту соответствует некоторый результат $r_i, i = 1, \dots, m$), поэтому необходимо найти вариант с наибольшим значением результата, т.е. целью выбора

служит $\max_i r_i$. В качестве r_i может служить прибыль, валовой доход, отдельные характеристики устойчивости сельскохозяйственного производства и др.

Противоположную ситуацию с оценкой затрат или потерь можно исследовать путем минимизации оценки или введения отрицательных величин полезности.

Таким образом, выбор оптимального варианта возможно производить с помощью следующего критерия:

$$B_o = \left\{ B_{i_o} \mid B_{i_o} \in B \wedge r_{i_o} = \max_i r_i \right\} \quad (1)$$

Выбор оптимального варианта не является однозначным, поскольку $\max_i r_i$ может достигаться сразу в нескольких вариантах выбора.

В рассмотренном случае каждому варианту решения соответствует единственное (внешнее) состояние, т.е. однозначно определяется единственный результат.

Этот случай является достаточно простым и весьма частым. В более сложных случаях каждому допустимому варианту принятия решения B_i , вследствие различных внешних условий Y_j , $j = 1, \dots, n$, соответствуют различные результаты r_{ij} решений. Семейство решений можно описать матрицей:

$$R = \left\{ r_{ij} \mid \begin{matrix} i=1, \dots, m \\ j=1, \dots, n \end{matrix} \right\} \quad (2)$$

Для того чтобы перейти к однозначному и наиболее приемлемому варианту решения, вводятся оценочные (целевые) функции.

При этом матрица решений $[(r_{ij})]$ сводится к одному столбцу. Существует несколько классических критериев выбора решений. Эти критерии возможно разделить на две группы.

1. Критерии выбора решения в условиях неопределенности.
2. Критерии выбора решения в условиях риска.

Таблица 2.

Группы критериев выбора решений

Критерии выбора решения в условиях неопределенности	Критерии выбора решения в условиях риска
Минимаксный критерий (ММ)- Z_{mm}	Гермейера
Критерий азартного игрока- Z_{ai}	Байеса-Лапласа
Критерий Сэвиджа(S)	Ходжа-Лемана
Критерий Гурвица (НВ)- Z_{hw}	Расширенный минимаксимальный

Наиболее приемлемым критерием для принятия решения в сельскохозяйственном производстве является критерий Байеса-Лапласа (BL), так как он учитывает вероятность q_j появления внешнего состояния Y_j , именно это обстоятельство имеет большое значение, если накоплена вероятность появления внешних условий (метеорологических, конъюнктурных и т.д.) [1].

Соответствующее правило выбора можно интерпретировать следующим образом: матрица решений дополняется еще одним столбцом, содержащим математическое ожидание значений каждой из строк. Выбираются те варианты, в строках которых стоит наи-

большее значение r_{ir} этого столбца.

$$Z_{BL} = \max_i r_{ip}; \quad r_{ip} = \sum_{j=1}^n r_{ij} q_j \quad (3)$$

$$B_o = \left\{ B_{i_o} \mid B_{i_o} \in B \wedge r_{i_o} = \max_i \sum_{j=1}^n r_{ij} q_j \wedge \sum_{j=1}^n q_j = 1 \right\} \quad (4)$$

При этом предполагается, что ситуация, в которой принимается решение, характеризуется следующими обстоятельствами:

- вероятности появления состояния Y_j известны и не зависят от времени;
- решение реализуется (теоретически) бесконечно много раз;
- для малого числа реализаций решения допускается некоторый риск.

При достаточно большом количестве реализаций среднее значение постепенно стабилизируется. Поэтому при полной (бесконечной) реализации какой-либо риск практически исключен.

Таким образом, в критерии Байеса-Лапласа (BL) максимизируется математическое ожидание значений каждой из строк матрицы R.

Использование BL-критериев предполагает более высокий уровень информированности и достаточно длинные выборки опытов, то есть оптимизация достигается на долговременном периоде применения, а в краткосрочном периоде применения решения могут получаться неоптимальными.

В таблице 3 приведены расчеты математического ожидания урожайности основных культур отрасли растениеводства по трем рассматриваемым районам.

На основе критерия Байеса-Лапласа (BL) и результатов расчетов, приведенных в таблице 3, представляется возможным определить уровень урожайности по каждой культуре в каждом районе, который можно считать ориентировочным при оценке производственной состоятельности для принятия решения банками о выдаче кредита (табл. 4).

Проведенный анализ урожайности сельскохозяйственных культур показал, что в разрезе административных районов Орловской области наблюдаются значительные колебания с точки зрения вероятности получения продукции и устойчивости сельскохозяйственного производства, поэтому наличие вероятностной характеристики состоятельности банковского заемщика приводит к необходимости разработки подходов к формированию оценки вероятности достижения результата, в первую очередь в производственной сфере, так как результаты, полученные в ходе реализации продукции, способствуют формированию денежных потоков.

В связи с чем предложенный подход к принятию решения в условиях неопределенности и риска позволит более точно спрогнозировать денежные потоки заемщика и как результат – возможность своевременного погашения кредита.

Таблица 3.

Математическое ожидание урожайности сельскохозяйственных культур

Районы	Пшеница озимая			Рожь озимая			Пшеница яровая			Ячмень		
	Урожайность, ц/га	Вероятность	Математическое ожидание	Урожайность, ц/га	Вероятность	Математическое ожидание	Урожайность, ц/га	Вероятность	Математическое ожидание	Урожайность, ц/га	Вероятность	Математическое Ожидание
Болховский	2,5	0	0	2,5	0	0	2,5	0,20	0,5	2,5	0	0
	7,5	0,07	0,5	7,5	0,14	1,1	7,5	0,13	1,0	7,5	0,06	0,5
	12,5	0,07	0,8	12,5	0,36	4,5	12,5	0,07	0,8	12,5	0,27	3,3
	17,5	0,40	7,0	17,5	0,43	7,5	17,5	0,47	8,2	17,5	0,47	8,2
	22,5	0,40	9,0	22,5	0,07	1,6	22,5	0,13	3,0	22,5	0,07	1,5
	27,5	0,06	1,8	27,5	0	0	27,5	0	0	27,5	0,13	3,7
	32,5	0	0	32,5	0	0	32,5	0	0	32,5	0	0
	37,5	0	0	37,5	0	0	37,5	0	0	37,5	0	0
	42,5	0	0	42,5	0	0	42,5	0	0	42,5	0	0
19,1			14,6			13,5			17,1			
Кромской	2,5	0	0	2,5	0	0	2,5	0,20	0,5	2,5	0	0
	7,5	0	0	7,5	0	0	7,5	0,07	0,5	7,5	0,13	1,0
	12,5	0,13	1,7	12,5	0,40	5,0	12,5	0,07	0,8	12,5	0,27	3,3
	17,5	0,33	5,8	17,5	0,27	4,7	17,5	0,40	7,0	17,5	0,20	3,5
	22,5	0,27	6,0	22,5	0,20	4,5	22,5	0,13	3,0	22,5	0,20	4,5
	27,5	0,20	5,5	27,5	0,06	1,8	27,5	0,13	3,7	27,5	0,20	5,5
	32,5	0,07	2,2	32,5	0,07	2,2	32,5	0	0	32,5	0	0
	37,5	0	0	37,5	0	0	37,5	0	0	37,5	0	0
	42,5	0	0	42,5	0	0	42,5	0	0	42,5	0	0
21,2			18,2			15,5			17,8			
Ливенский	2,5	0	0	2,5	0	0	2,5	0,20	0,5	2,5	0	0
	7,5	0	0	7,5	0	0	7,5	0,07	0,5	7,5	0	0
	12,5	0	0	12,5	0,40	5,0	12,5	0,07	0,8	12,5	0	0
	17,5	0,13	2,3	17,5	0,26	4,7	17,5	0,40	7,0	17,5	0,07	1,2
	22,5	0,13	3,0	22,5	0,20	4,5	22,5	0,13	3,0	22,5	0,20	4,5
	27,5	0,27	7,3	27,5	0,07	1,8	27,5	0,13	3,7	27,5	0,33	9,2
	32,5	0,47	15,2	32,5	0,07	2,2	32,5	0	0	32,5	0,20	6,5
	37,5	0	0	37,5	0	0	37,5	0	0	37,5	0,13	5,0
	42,5	0	0	42,5	0	0	42,5	0	0	42,5	0,07	2,8
27,8			28,2			15,5			29,2			

Таблица 4.

Наиболее вероятный уровень урожайности, ц/га

Районы	Пшеница озимая, ц/га	Рожь озимая, ц/га	Пшеница яровая, ц/га	Ячмень, ц/га
Болховский	20-25	15-20	15-20	15-20
Кромской	20-25	15-20	15-20	25-30
Ливенский	30-35	15-20	15-20	25-30

Библиографический список

1. Глушко В.В., Глушко И.И. Разработка управленческого решения. Прогнозирование – планирование. Теория Проектирования экспериментов. ТОО НПЦ «Крылья». 1997. 400 с.
2. Загайтов И.Б., Половинкин П.Д. Экономические проблемы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства. М. Экономика. 1984. 240 с.

References

1. Glushko V.V., Glushko I.I. Development of management decision. Forecasting – planning. Theory of designing experiments. LLP SPC «Kryl'ya». 1997. 400 p.
2. Zagajtov I.B., Polovinkin P.D. Economic problems of enhancing the sustainability of agricultural production. M : Economics. 1984. 240 p.

УДК 621.317.75:519.6

UDC 621.317.75:519.6

О.В. ИВАНЦОВ

кандидат технических наук, доцент, Академия Федеральной службы охраны РФ

В.М. РАДЫГИН

доктор технических наук, профессор, Академия Федеральной службы охраны РФ

E-mail: boch_p@mail.ru

П.В. БОЧКОВ

кандидат технических наук, доцент, Академия Федеральной службы охраны РФ

Т.М. ПАРАМОХИНА

кандидат технических наук, доцент, Академия Федеральной службы охраны РФ

O.V. IVANTSOV

Candidate of engineering sciences, associate professor, Federal Guard Service Academy of the RF

V.M. RADIGIN

Doctor of engineering sciences, professor, Federal Guard Service Academy of the RF

E-mail: boch_p@mail.ru

P.V. BOHCOV

Candidate of engineering sciences, associate professor, Federal Guard Service Academy of the RF

T.M. PARAMOCHINA

Candidate of engineering sciences, associate professor, Federal Guard Service Academy of the RF

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ
М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯМИ КОМБИНАЦИЙ ЦИКЛОВОЙ ФАЗЫ**

**EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF IDENTIFYING
M- SEQUENCES PERFORMED BY DETERMINANTS OF CYCLIC PHASING COMBINATIONS**

В статье проведен сравнительный анализ эффективности известных опознавателей М-последовательности и предлагаемого авторами опознавателя М-последовательности по “скользящему окну” с ошибками, которая оценивалась по вероятностно-временным характеристикам, полученным с помощью преобразования Лапласа.

По результатам анализа обоснована необходимость комбинированного применения опознавателя, построенного на основе двойственного базиса поля $GF(2^k)$, и опознавателя М-последовательности по “скользящему окну” с ошибками.

Ключевые слова: опознаватель М-последовательности, комбинация циклового фазирования, канал связи с помехами, алгоритмы синхронизации.

The article comparatively analyses the effectiveness of the known M-sequence determinants and the proposed M-sequence determinant of running window with errors, evaluated by probable and temporal characteristics, obtained with the help of Laplace transform.

On the results of the analysis the necessity of combined using the determinant constructed on the dual basis of field $GF(2^k)$ and M-sequence determinant of running window with errors is proved.

Keywords: M-sequence determinant, cyclic phasing combination, noisy communication channel, synchronizing algorithms.

Введение

Одной из важных задач при обмене сообщениями является установление поддержания синфазного состояния между передатчиком и приемником. Для решения этой задачи используются различные алгоритмы, которые разделяются в основном на синхронные и асинхронные способы передачи сообщений.

При синхронной передаче обеспечивается непрерывность следования блоков данных. Для обеспечения синфазной работы в начале каждого сеанса передается синхронизирующая последовательность, называемая комбинацией цикловой фазы (КЦФ), а процедура синхронизации – цикловым фазированием.

Процедура циклового фазирования синхронной системы передачи осуществляется в два этапа. На первом этапе производится поиск (обнаружение или распознавание) КЦФ, а на втором – контроль и поддержание синхронизма.

Цикловое фазирование асинхронной передачи заключается в выделении комбинации цикловой фазы в начале каждого блока информации. Процедура синхронизации, в которой выделяются начало и конец каждого

блока, иногда называют стартстопной.

Эффективность системы синхронизации определяется структурой синхропосылки или комбинаций циклового фазирования и их свойствами.

Критерием оценки эффективности выбираются вероятностно-временные характеристики, к числу которых относят:

- вероятность правильного обнаружения КЦФ;
- вероятность не обнаружения КЦФ;
- вероятность ложного обнаружения КЦФ.

Для систем с синхронной передачей определяют также такие временные характеристики, как:

- среднее время установления синхронизма;
- среднее время удержания синфазного режима;
- среднее время обнаружения сбоя цикловой фазы.

Все алгоритмы процесса синхронизации (обнаружения, выделения КЦФ) реализуются с использованием согласованных фильтров, учитывающих корреляционные свойства синхронизирующей последовательности или определенные признаки КЦФ. Такими признаками являются рекуррентные свойства псевдослучайной последовательности, выбираемой в качестве КЦФ.

На практике применяются оба способа построения систем синхронизации. Достоинствами систем на основе согласованных фильтров является их простота построения и высокая помехоустойчивость.

Применение согласованных фильтров, выполняемых на линиях задержки, при длинных комбинациях ведет к увеличению объема оборудования. Поэтому в большинстве случаев применяют алгоритмы поиска КЦФ, основанные на рекуррентных свойствах последовательностей (РкП), используемых в качестве фазирующей комбинации.

Алгоритмы, основанные на рекуррентности КЦФ, наиболее полно рассмотрены в работах Р. Уорда, Р.К. Диксона, В.В. Лосева, В.И. Журавлева, О.С. Конговицкого.

Работы Конговицкого О.С. позволили для реализации рекуррентных алгоритмов поиска КЦФ использовать методы на основе рекуррентных соотношений, двойственного базиса поля $GF(p^k)$.

Задача циклового фазирования актуальна в различных системах связи.

Например, в мобильных сетях связи третьего поколения применяется технология радиодоступа cdmaOne, в котором для расширения спектра сигнала используются псевдослучайные М-последовательности (стандарте IS-95) с низким уровнем взаимного корреляционного отклика в обратном канале [1]. Псевдослучайные последовательности (ПСП) находят свое применение в технологии CDMA для селекции индивидуальных каналов мобильных терминалов, первичной синхронизации мобильного терминала и базовой станции, различения сигналов базовых станций в разных сотах и секторах.

Приведем анализ эффективности наиболее часто применяемых способов поиска рекуррентных последовательностей (М-последовательностей), используемых в качестве фазирующих комбинаций как в асинхронных, так и в синхронных системах передачи данных [3].

Теоретическая часть

Как известно, однородная линейная рекуррентная (возвратная) последовательность $\{s\}$ k -го порядка удовлетворяет однородному рекуррентному уравнению:

$$s_{n+k} = p_1 s_{n+k-1} + p_2 s_{n+k-2} + \dots + p_k s_n, \quad (1)$$

$$n = 0, 1, 2, \dots,$$

где p_i – коэффициенты, принадлежащие характеристическому многочлену $P(x)$.

$$P(x) = x^k + p_1 x^{k-1} + p_2 x^{k-2} + \dots + p_{k-1} x + p_k, \quad (2)$$

$$p_i \in GF.$$

Приведенное уравнение (1) лежит в основе алгоритмов рекуррентного поиска возвратной последовательности с принятием решения по зачетному участку.

а) *Анализ рекуррентного опознавателя М-последовательности как КЦФ по «скользящему окну» без ошибок*

На рисунке 1 приведена схема рекуррентного опознавателя М-последовательности по «скользящему окну» без ошибок, в котором входная последовательность по-

следовательно проверяется на удовлетворение рекуррентному уравнению (1) с приемом каждого элемента.

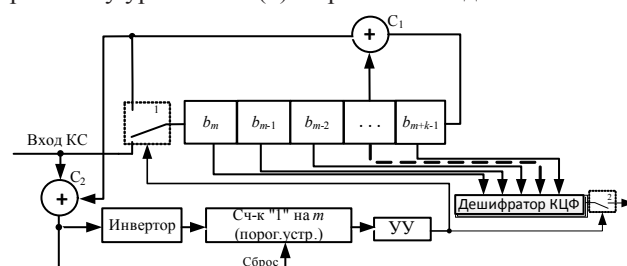


Рис. 1. Схема рекуррентного опознавателя М-последовательности как КЦФ по «скользящему окну» без ошибок.

Алгоритм работы схемы заключается в следующем: как только в принимаемой последовательности появится участок из $(k + m)$ элементов, в котором число удовлетворений рекуррентному правилу (1) превысит установленный порог, приемное устройство выносит решение о распознавании рекуррентной последовательности.

Регистр сдвига с сумматором по модулю два C_1 представляет собой разомкнутый генератор искомой рекуррентной последовательности. Если в регистр будут записаны k безошибочных элементов входной рекуррентной последовательности, то на выходе сумматора C_1 будет сформирован элемент, который совпадает с элементом на входе при условии, что входной элемент также не содержит ошибки.

Таким образом, если на вход поступит первый же безошибочный участок из $(k+m)$ элементов рекуррентной последовательности, то после записи в регистр первых k элементов на выходе сумматора C_1 в течение следующих тактов будет формироваться последовательность, совпадающая с последовательностью на входе. Благодаря этому на выходе сумматора C_2 появится серия из m последовательных нулей. Эта серия нулей, пройдя через инвертор, заполнит счетчик «1» емкостью m . На выходе счетчика появится сигнал, свидетельствующий о том, что рекуррентная последовательность опознана.

Если же на вход рекуррентного регистра сдвига поступит ошибочный элемент до того, как счетчик емкостью m успеет заполниться (когда длина безошибочного участка меньше $(k+m)$ элементов), то на выходе сумматора C_2 появится единица, которая сбрасывает счетчик в нулевое состояние, и поиск рекуррентной последовательности продолжается.

Задачей анализа алгоритма определителя М-последовательности как КЦФ будет нахождение вероятностей успешного и ложного распознавания рекуррентной последовательности за заданное время.

Будем считать, что из канала поступает истинная фазирующая последовательность с ошибками. Для анализа данного алгоритма воспользуемся представлением процесса поиска рекуррентными событиями [3]. Обозначим через P_n – вероятность успешного распознавания рекуррентной последовательности впервые на n -ом шаге от ее начала.

При оценке вероятности правильного распознавания фазирующей последовательности будем пренебре-

гать вероятностью ложного фазирования, которая для современных каналов на несколько порядков меньше, чем вероятность правильного распознавания истинной последовательности.

Тогда из анализа алгоритма поиска по безошибочному «скользящему» участку длиной n_0 следует, что для биномиального канала с вероятностью ошибки, равной p , справедлива рекурсивная формула [3]:

$$P_n = P_{n-1} - p(1-p)^{n_0} P_{n-n_0-1}; \quad n \geq n_0 + 2. \quad (3)$$

При начальных условиях

$$P_0 = P_1 = P_2 = \dots = P_{n_0-1}; \quad P_{n_0} = (1-p)^{n_0}; \quad P_{n_0+1} = p(1-p)^{n_0}.$$

С учетом принятых допущений, производящая функция $F(z) = \sum_{i=0}^{\infty} P_i z^i$ может быть определена из уравнения (3) как

$$F(z) = \frac{q^{n_0} z^{n_0} (1-qz)}{1-z+pq^{n_0} z^{n_0+1}}, \quad (4)$$

где $q = 1-p$.

Из соотношения (3) следует, что для рассматриваемого алгоритма вероятность успешного распознавания ПСП за i шагов от ее начала будет равна

$$H_i = \sum_{n=0}^m P_n. \quad (5)$$

Продифференцировав производящую функцию $F(z)$ по z и подставив затем $z=1$, получим выражение для математического ожидания времени успешного обнаружения М-последовательности [3]:

$$r = F(z)'|_{z=1} = \frac{1-q^{k+m}}{pq^{k+m}}. \quad (6)$$

Для проведения сравнительного анализа эффективности определителей М-последовательности решим задачи по определению вероятностно-временных характеристик по заданным исходным данным.

Пример 1. Найдем вероятностно-временные характеристики опознавателя заданной двоичной М-последовательности по «скользящему окну» без ошибок для двоичного симметричного канала передачи данных с вероятностью ошибки в элементе $p=0,1$ при заданных значениях $k=4$ и $m=8$ и характеристическом многочлене, имеющем вид: $P(x) = 1+x+x^4$.

Учитывая выражения (3)–(6), где n_0 – длина зачетного участка, равная $(k+m)$, найдем вероятностные характеристики правильного распознавания М-последовательности (таблица 1) при условии, что время поиска ограничено периодом М-последовательности, равным $N = 2^4 - 1 = 15$.

Таблица 1.

Номер такта i	Вероятность успешного распознавания М-последовательности	
	Впервые на i -том шаге	За i шагов, H_i
12	0,282429	0,282429
13	0,028243	0,310672
14	0,028243	0,338915
15	0,028243	0,367158

Среднее число шагов до успешного распознавания

М-последовательности, рассчитанное по формуле (6), равно $r = 25,4$ такта.

б) *Анализ рекуррентного опознавателя М-последовательности как КЦФ по «скользящему окну» с ошибками*

На рисунке 2 предложена схема рекуррентного опознавателя М-последовательности по «скользящему окну» с ошибками [5]. Алгоритм его работы состоит из двух этапов. На первом этапе выделяется формирующий кодовый вектор, на втором – обнаружение и исправление возможных ошибок.

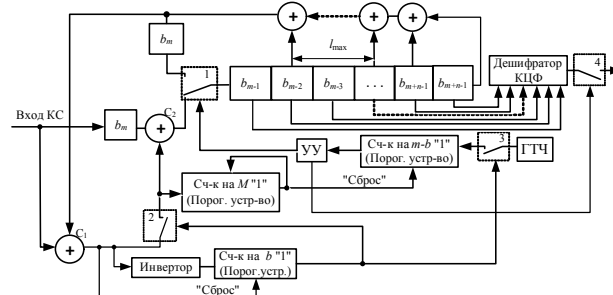


Рис. 2. Схема рекуррентного опознавателя М-последовательности как КЦФ по «скользящему окну» с ошибками.

Возможность обнаружения и исправления ошибок в «скользящем окне» объясняется тем, что «зачетный участок» обладает свойствами $(n; k; d)$ блочного кода [4].

На первом этапе выделяется формирующий кодовый вектор величиной $k+b$, где $b \geq l_{\max}$, а $l_{\max}$ – максимальное расстояние между обратными связями генератора опорной РкП. Другими словами, для того, чтобы убедиться в безошибочном текущем состоянии рекуррентного регистра, достаточно обнаружить подряд b совпадений.

На втором этапе с помощью замкнутого ключа 2 подключаются к анализу поступающей из канала связи РкП, управляемый инвертор (сумматор C_2) и счетчик ошибок на $M = d_{\min} - 1$. Замыкание ключа 3 обеспечивает подключение генератора тактовой частоты к счетчику на $m-b$ «1».

Если ошибки не попадают в «скользящее окно», то алгоритм работы ничем не отличается от алгоритма работы опознавателя изображенного на рисунке 1. Если же в «скользящем окне» есть ошибки и их количество не превышает $d_{\min} - 1$, то они обнаруживаются и исправляются сумматором по модулю два C_2 .

Успешное распознавание ЛРП произойдет в том случае, если за время анализа на вход приемника поступит безошибочный участок рекуррентной последовательности, длина которого не менее $k+b+1$, при условии, что при дальнейшем анализе $m-b$ части участка количество ошибок не превысит $d_{\min} - 1$.

Если же на вход поступит ошибочных элементов больше $d_{\min} - 1$ до того, как счетчик $m-b$ «1» успеет заполниться (когда длина безошибочного участка меньше $(k+m)$ элементов), то на выходе счетчика на M ошибок

появится единица, которая сбрасывает счетчик на $m - b$ «1» в ноль, и поиск рекуррентной последовательности продолжается.

Для анализа данного алгоритма воспользуемся представлением процесса поиска рекуррентными событиями.

С учетом принятых допущений, производящая функция $F(z)$ может быть определена из выражения (4), как

$$F(z) = \frac{q^{n_0 - d_{\min} + 1} z^{n_0 - d_{\min} + 1} (1 - qz)}{1 - z + pq^{n_0 - d_{\min} + 1} z^{n_0 - d_{\min}}} \quad (7)$$

Тогда для рассматриваемого алгоритма вероятность успешного распознавания ПСП за i шагов от ее начала будет определяться выражением (5).

Продифференцировав производящую функцию $F(z)$ по z и подставив затем $z=1$, получим выражение для математического ожидания времени успешного обнаружения М-последовательности:

$$r = F(z)'|_{z=1} = \frac{1 - q^{k+m-d_{\min}+1}}{pq^{k+m-d_{\min}+1}} \quad (8)$$

Пример 2. Найдем вероятностно-временные характеристики опознавателя заданной двоичной М-последовательности по «скользящему окну» с ошибками для двоичного симметричного канала передачи данных с вероятностью ошибки в элементе $p=0,1$ при заданных значениях $k=4$ и $m=8$ и характеристическом многочлене, имеющем вид: $P(x) = 1 + x + x^4$.

Учитывая выражения (5), (7), (8), где n_0 – длина зачетного участка, равная $(k+m)$, а $d_{\min} = 5$, найдем вероятностные характеристики правильного распознавания М-последовательности (таблица 2) при условии, что время поиска ограничено периодом М-последовательности, равным $N = 2^4 - 1 = 15$.

Таблица 2.

Номер такта i	Вероятность успешного распознавания М-последовательности	
	Впервые на i -том шаге	За i шагов, N_i
12	0,43046721	0,43046721
13	0,04304672	0,47351393
14	0,04304672	0,51656065
15	0,04304672	0,55960737

Среднее число шагов до успешного распознавания М-последовательности, рассчитанное по формуле (9), равно $r = 15,8$ такта.

в) Анализ рекуррентного опознавателя М-последовательности как КЦФ на основе совместного применения двойственного базиса поля $GF(2^k)$

Третий метод (рис. 3) по определению рекуррентной последовательности основан на использовании двойственного базиса поля $GF(2^k)$ [3].

В качестве анализа выбрана такая же по принципу построения линейная рекуррентная последовательность $\{B\} = (b_0 b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 \dots)$, которая будет иметь, например, по отношению к $\{s\} = (s_0 s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 s_6 \dots)$ сдвиг влево на d шагов.

Если в качестве КЦФ используется двоичная М-последовательность с периодом $N = 2^k - 1$, то элемент s_i канонической последовательности $\{s\}$ будет равен значению функции след $T(\varepsilon^i)$, а соответствующий элемент фазирующей последовательности $\{b\}$ будет $b_i = T(c\varepsilon^i)$, где ε -первообразный корень примитивного полинома $P(x)$. Элемент $C = \varepsilon^d \in GF(2^k)$ определяет сдвиг КЦФ относительно канонической на d тактов, т.е. $b_i = s_{i+d}$ или $s_i = b_{i-d}$, $GF(2^k)$.

Для поиска М-последовательности воспользуемся полученным в [3] выражением:

$$C_{(n)} = \varepsilon^{-j} \sum_{i=1}^k b_{n+i-1} \alpha_i, \in GF(2^k), \quad (9)$$

где α_i – элементы двойственного базиса, соответствующего характеристическому многочлену $P(x)$; n – начальный индекс выделенного k -элементного участка $(b_n + b_{n+1} + \dots + b_{n+k-1})$; ε^{-j} – элемент поля, формируемый генератором обратных элементов поля $GF(2^k)$ в момент выделения указанного выше k -элементного участка М-последовательности.

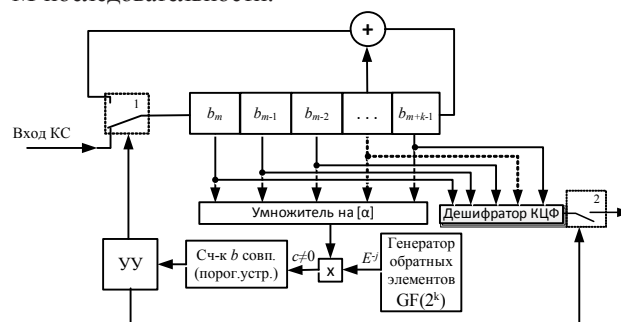


Рис. 3. Схема рекуррентного опознавателя М-последовательности как КЦФ на основе применения двойственного базиса поля $GF(2^k)$.

Полученный элемент $C_{(k)}$ в k -й тактовый момент необходимо записать в память. В следующий $(k+1)$ -й тактовый момент, когда в регистр сдвига на приеме запишется k -элементный участок $(b_n + b_{n+1} + \dots + b_{n+k})$, в соответствии с формулой (10), будет вычислен элемент $C_{(k+1)}$, т.е.

$$C_{(n+1)} = \varepsilon^{-(j+1)} \sum_{i=1}^k b_{n+i} \alpha_i, \in GF(2^k),$$

Если выделяемые k -элементные участки не содержат ошибок и принадлежат М-последовательности, то с каждым тактом будут вычисляться одинаковые элементы $C_{(n)}$. Поставив определенное пороговое устройство, например счетчик, можно по числу одинаковых элементов $C_{(n)}$, выделяемых последовательно, обнаружить М-последовательность.

Для анализа вероятностно-временных характеристик рассмотрим алгоритм его работы на примере, приведенном в [3].

Пример 3. Пусть имеется КЦФ, представляющая собой М-последовательность вида

$$B = (b_0 b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8 b_9 b_{10} b_{11} b_{12} b_{13} b_{14}) = (100110101111000).$$

Этой последовательности соответствует характеристический многочлен $P(x) = 1 + x + x^4$, примитивным корнем которого будет элемент ε , принадлежащий полю $GF(2^4)$. Двойственный базис для такого многочлена относительно левого степенного базиса будет: $\alpha_1 = \varepsilon^{14}$; $\alpha_2 = \varepsilon$; $\alpha_3 = \varepsilon^5$; $\alpha_4 = \varepsilon^4$. Пусть длина зачетного участка будет равна $(k+m)=8$, где n – степень многочлена $P(x)$. Тогда ёмкость порогового счетчика будет равна $n+1=5$. Распознавание М-последовательности будем производить последовательно по выделяемым n -элементным участкам принимаемой последовательности, обрабатываемым по описанному выше алгоритму, в соответствии с (10).

Предположим, что перед комбинацией B в канале присутствовала единичная последовательность. Покажем работу алгоритма с момента поступления на вход первого элемента последовательности B , т.е. когда в ячейках регистра будет комбинация $(111\ b_0)$. Предположим при этом, что местный генератор обратных элементов поля $GF(2^4)$ находится в состоянии ε^{-3} . Тогда, в соответствии с (10), получим следующие последовательные оценки:

- 1) $(1111); c_{(1)} = \varepsilon^{-2}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \varepsilon^{-2} \varepsilon^{11} = \varepsilon^9$;
- 2) $(111\ b_0)=(1111); c_{(2)} = \varepsilon^{-3}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \varepsilon^{-3} \varepsilon^{11} = \varepsilon^8$;
- 3) $(11b_0\ b_1)=(1110); c_{(3)} = \varepsilon^{-4}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) = \varepsilon^{-4} \varepsilon^{12} = \varepsilon^8$;
- 4) $(1b_0\ b_1\ b_2)=(1100); c_{(4)} = \varepsilon^{-5}(\alpha_1 + \alpha_2) = \varepsilon^{-5} \varepsilon^{13} = \varepsilon^8$;
- 5) $(b_0\ b_1\ b_2\ b_3)=(1001); c_{(5)} = \varepsilon^{-6}(\alpha_1 + \alpha_4) = \varepsilon^{-6} \varepsilon^3 = \varepsilon^{12}$;
- 6) $(b_1\ b_2\ b_3\ b_4)=(0011); c_{(6)} = \varepsilon^{-7}(\alpha_3 + \alpha_4) = \varepsilon^{-7} \varepsilon^4 = \varepsilon^{12}$;
- 7) $(b_2\ b_3\ b_4\ b_5)=(0110); c_{(7)} = \varepsilon^{-8}(\alpha_2 + \alpha_3) = \varepsilon^{-8} \varepsilon^5 = \varepsilon^{12}$;
- 8) $(b_3\ b_4\ b_5\ b_6)=(1011); c_{(8)} = \varepsilon^{-9}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_4) = \varepsilon^{-9} \varepsilon^6 = \varepsilon^{12}$;
- 9) $(b_4\ b_5\ b_6\ b_7)=(1010); c_{(9)} = \varepsilon^{-10}(\alpha_1 + \alpha_3) = \varepsilon^{-10} \varepsilon^7 = \varepsilon^{12}$.

Таким образом, на 9-ом такте счетчик заполнится серией из пяти одинаковых b элементов ε^{12} , на его выходе появится сигнал о том, что на вход поступил зачетный участок из $(k+m)=8$ элементов рекуррентной последовательности. Сигналом с выхода порогового счетчика ключ 1 переводится в положение 1. Регистр с замкнутой обратной связью начинает работать как генератор М-последовательности, меняя своё состояние с каждым тактом, пока не сработает дешифратор, настроенный на последние $k=4$ элемента М-последовательности.

Сигнал на выходе дешифратора определяет конец КЦФ и начало блока данных. Как следует из структуры последовательности B , дешифратор должен быть настроен на комбинацию $(b_{11}\ b_{12}\ b_{13}\ b_{14}) = (1000)$, что и соответствует концу КЦФ.

Следует отметить, что пороговый счетчик считает только одинаковые, подряд идущие элементы. Если счетчик не успел заполниться и на вход поступает какой-либо новый элемент поля, то он сбрасывается, устанавливается в единичное состояние и начинает новый счет, как и для предыдущих двух алгоритмов.

Учитывая выражения (7)–(9), где n_0 – длина зачетного участка, равная $k+m=8$, вероятностные характеристики правильного распознавания М-последовательности (таблица 3) при условии, что время поиска

ограничено периодом М-последовательности, равным $N = 2^4 - 1 = 15$.

Таблица 3.

Номер такта i	Вероятность успешного распознавания М-последовательности	
	Впервые на i -том шаге	За i шагов, N_i
9	0,387420489	0,387420489
10	0,038742049	0,426162538
11	0,038742049	0,464904587
12	0,038742049	0,503646636
13	0,038742049	0,542388685
14	0,038742049	0,581130734
15	0,038742049	0,619872783

Таким образом, среднее число шагов до успешного распознавания М-последовательности равно $r = 13,2$ тактов.

Выводы

Схемы рекуррентных опознавателей на рисунках 2 и 3 по эффективности сравнимы. Достоинством рассмотренных рекуррентных опознавателей является возможность обойтись без использования для выделения КЦФ согласованных фильтров, настроенных на длинные рекуррентные последовательности. Однако каждая из схем имеет свои достоинства и недостатки.

Достоинством рекуррентного опознавателя М-последовательности как КЦФ по «скользящему окну» с ошибками является возможность после выделения формирующего кодового вектора k на участке величиной $(k+b)$ без ошибок оставшуюся часть $m-b$ «скользящего окна» допускается принять с ошибками, количество которых не превышает $d_{\min} - 1$. Это позволяет на М-последовательности искать m -й разреженный от ошибок участок.

Недостатком этого опознавателя является:

- зависимость параметра $b = l_{\max}$ от вида характеристического многочлена $P(x)$. Чем меньше и неравномернее распределен вес полинома, тем больше величина безошибочного участка $k + l_{\max}$, который необходимо найти на первом этапе работы определителя;
- на первом этапе работы определителя существует вероятность необнаружения ошибки выходящей от разомкнутого генератора опорной рекуррентной последовательности с поступающей ошибкой из канала на вход этого генератора из-за совпадения на схеме сложения по модулю два (C_1) , поэтому для уменьшения вероятности наступления такого события необходимо дополнительные технические решения или участок $(k + l_{\max})$ увеличить хотя бы на 1 бит;
- при выделении безошибочного участка длиной $(k+b)$ определитель выделяет $b+1$ нулевых значений оценок;
- сложность в точном вычислении $d_{\min}$ для усеченного блочного кода, к которому относится «скользящее окно».

Достоинством применения рекуррентного опознавателя М-последовательности на основе двойственного

базиса поля $GF(2^k)$ является:

- независимость величины m счетчика порогового устройства от вида характеристического многочлена;
- при выделении безошибочного участка длиной $(k+b)$ определитель выделяет $b+1$ ненулевых значений оценок ($C \neq 0$).

Недостатком является:

- невозможность выявить, исправить, определить количество ошибок, попавших в рекуррентный регистр сдвига в процессе анализа рекуррентной последовательности;
- вычислительная сложность обратных элементов $GF(2^k)$ при больших значениях k .
- сложность использования преимуществ определителя при практической реализации в системе циклового синхронизации.

Несмотря на эффективность определителя M -последовательности, использующего свойство двойственного базиса поля $GF(2^k)$, при проектировании и практической реализации в системе циклового фазирования величина «скользящего окна» $n_0 \gg 2k$, в котором выбирается $m \gg k$. Это объясняется большой вероятностью ложного выделения КЦФ по «зачетному отрезку» небольшой величины, который может быть сформирован импульсами помехи или псевдослучайной последовательности, передаваемой по дискретному каналу. Такие требования к размеру «скользящего окна» не позволяют воспользоваться всеми преимуществами данного определителя.

Из проведенного анализа последние два определителя M -последовательности имеют взаимоисключающие недостатки.

Заключительная часть

Очевидным является необходимость комбинированного применения схем рекуррентных опознавателей, представленных на рисунках 2 и 3. Одним из примеров такого комбинированного применения является схема

рекуррентного опознавателя M -последовательности, показанная на рисунке 4.

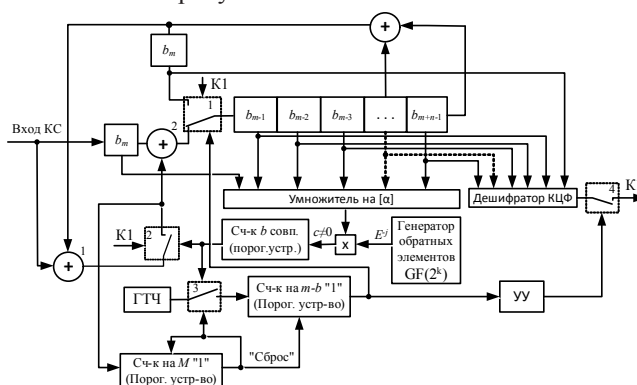


Рис. 4. Схема рекуррентного опознавателя M -последовательности как КЦФ на основе комбинированного применения двойственного базиса поля $GF(2^k)$ и выделения «скользящего окна» с ошибками.

Действительно, для предложенной схемы (рис. 4) формирующий кодовый вектор k на первом этапе на основе применения двойственного базиса поля $GF(2^k)$ будет найден за возможно кратчайшее время величиной $(k+b)t_0$ и с большей вероятностью (пример 3) по сравнению с другими известными определителями M -последовательностей.

Второй этап анализа оставшейся части «скользящего окна» величиной $m-b$ необходим для того, чтобы убедиться в неслучайном происхождении небольшого $(k+b)$ участка ЛРП и уменьшить значение вероятности ложного циклового фазирования. С другой стороны, при большом $m-b$ возрастает вероятность не обнаружить рекуррентную последовательность, т.е. не найти зачетное «скользящее окно» величиной $n_0 \geq 40 \div 50$ бит без ошибок.

Поэтому на втором этапе эффективнее выглядит применение рекуррентного опознавателя M -последовательности по «скользящему окну» с ошибками, который позволяет уменьшить вероятность пропуска (необнаружения) рекуррентной последовательности на канале связи с помехами.

Библиографический список

1. Бабков В.Ю., Никитин А.Н., Осенний К.Н., Сивере М.А. Системы мобильной связи с кодовым разделением каналов. СПб.: ТРИАДА, 2003.
2. Иванцов О.В. Помехоустойчивые способы циклового фазирования в непрерывном дискретном канале. Рязань: Вестник РГРТУ 2013; №1: С.25-31.
3. Когновицкий О.С. Теория, методы и алгоритмы решения задач в телекоммуникациях на основе двойственного базиса и рекуррентных последовательностей. Монография. СПб.: СПбГУТ, 2011.
4. Радыгин В.М., Иванцов О.В., Бочков П.В. Применение полиномиальной системы классов вычетов для коррекции ошибок в системах передачи сигналов времени. Ученые записки Орловского государственного университета 2013; №3: С.65-70.
5. Пат. 2486682 Российская Федерация, RU 2486682 C1. Устройство синхронизации псевдослучайной последовательности с функцией исправления ошибок / Иванцов О.В., Горохов Д.Е., Цибуля А.Н., Гагарин И.Ю., Кузькин А.А.; патентообладатель ГКОУ ВПО Академия ФСО России. № 2011131431 от. 27.06.2013.

References

1. Babkov V.Y., Nikitin A.N., Osenniy K.N., Sivere M.A. Systems of code division mobile communication. SPb.: TRIADA, 2003.
2. Ivantsov O.V. Noise-resistant techniques of phase shifting in continuous discrete channel. Ryazan: Vestnik RGRU 2013; № 1: Pp. 25–31.
3. Kognivitskiy O.S. Theory, methods and algorithms of telecommunication tasks solution on the dual basis and recurrent sequences. Study. SPb.: SPbGUT, 2011.
4. Radygin V.M., Ivantsov O.V., Bochkov P.V. Application of polynomial system of residue classes for errors correction in time signals transmission systems. Scientific notes of Orel State University 2013; №3: Pp.65–70.
5. Pat. 2486682 Russian Federation, RU 2486682 C1. Pseudorandom sequence synchronizing device for error correction / Ivantsov O.V., Gorokhov D.E., Tsibulya A.N., Gagarin I.Y., Kuzkin A.A.; patent licence GKOU VPO the Russian FSO Academy. № 2011131431 from 27.06.2013.

УДК 004.056.53

UDC 004.056.53

Н.В. КОРНЕЕВ

доктор технических наук, профессор, кафедра информационного и электронного сервиса, Поволжский государственный университет сервиса
E-mail: niccyper@mail.ru

N.V. KORNEEV

Doctor of technical sciences, professor, Department of information and electronic service, Volga region state university of service
E-mail: niccyper@mail.ru

**МЕТОД ОЦЕНКИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРОЕКТОВ ЗАЩИТЫ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ
ИНФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА**

**THE METHOD OF ESTIMATING ALTERNATIVE PROJECTS OF PROTECTING
THE FIRM DATA PROCESSING ON THE BASIS OF THE MULTICRITERIA ANALYSIS**

В статье приведен анализ процесса проектирования систем защиты информации. Разработан метод оценки альтернативных проектов защиты системы обработки информации предприятия на основе многокритериального анализа.

Ключевые слова: проекты защиты, система обработки информации, предприятие, многокритериальный анализ, комплексные системы защиты предприятия, алгоритм.

In the paper the analysis of the process of designing systems for protecting information is given. The method of estimating alternative projects of protecting the firm data processing on the basis of the multicriteria analysis is worked out.

Keywords: protection projects, information processing system, firm, the multicriteria analysis, complex protection systems of firm, algorithm.

В настоящее время, когда на рынке средств обеспечения безопасности информации на каждую функцию СОИ предлагается не один десяток средств защиты, уже не могут быть использованы неформальные методы выбора механизмов безопасности для построения комплексной системы защиты информации СОИ. Одним из подходов к формализации выбора механизмов безопасности является подход, основанный на количественной оценке эффективности защиты СОИ.

Анализ основных задач процесса проектирования систем защиты информации (СЗИ) автоматизированных систем (АС), содержания и подходов к решению задачи формирования структуры и выбора состава средств защиты информации (СрЗИ) позволяет представить структуру со-ответствующего методического обеспечения в виде, показанном на рис. 1, где каждый блок отражает определенную методику (процедуру), направленную на решение данной подзадачи.

Соответствующие части методического обеспечения имеют следующее содержание. Определение показателей эффективности для создаваемого комплекса является основой для проведения всего процесса проектирования и выполняется путем анализа технического задания (ТЗ) и других (дополнительных) исходных данных, учитывающих особенности назначения, функционирования, развития СЗИ, экономические и ресурсные требования, квалификацию пользователей и т.д.

Условием полноты набора таких показателей является их достаточность для формирования и формализованного описания требуемых критериев, проведения анализа и оценки эффективности получаемых вариантов защиты системы обработки информации. Формирование и выбор критериев оптимальности включает анализ используемых критериев, введение новых и формирование их множества, обеспечивающего оценку

оптимальности различных вариантов защиты СОИ с точки зрения их эффективности в различных условиях.

Выбор подмножества таких критериев при разработке конкретного проекта защиты СОИ должен осуществляться на базе определенных правил, учитывающих изменения требований к проекту защиты СОИ в различных частных случаях. Также здесь должны выбираться наиболее целесообразные способы и методы формализации критериев разного типа (количественных, качественных, измеряемых, вычисляемых и т.д.), обеспечивающих построение целевых функций и ограничений в количественной форме.

При формировании целевых функций и ограничений осуществляется представление выбранных критериев в математической форме и учитываемых ограничений на базе математических моделей соответствующих показателей и характеристик (параметров) СрЗИ с применением различных математических методов формализации, в том числе и экспертных. При этом учитываются применяемые структурные и функциональные модели КСЗИ и отдельные СрЗИ, которые описывают процессы их функционирования.

Формирование структуры КСЗИ осуществляется на основе анализа источников, выявления возможных каналов НСД к информации и технических каналов утечки информации, определения необходимых мероприятий, способов ЗИ и типов СрЗИ, а также их взаимодействия в рамках многоуровневого построения защиты.

На основе сформированных целевых функций и ограничений проводится общая математическая постановка задачи выбора оптимальной структуры СЗИ, для которой осуществляется подбор типовых задач математического программирования, адекватно отражающих содержание общей задачи и решаемых известными методами.

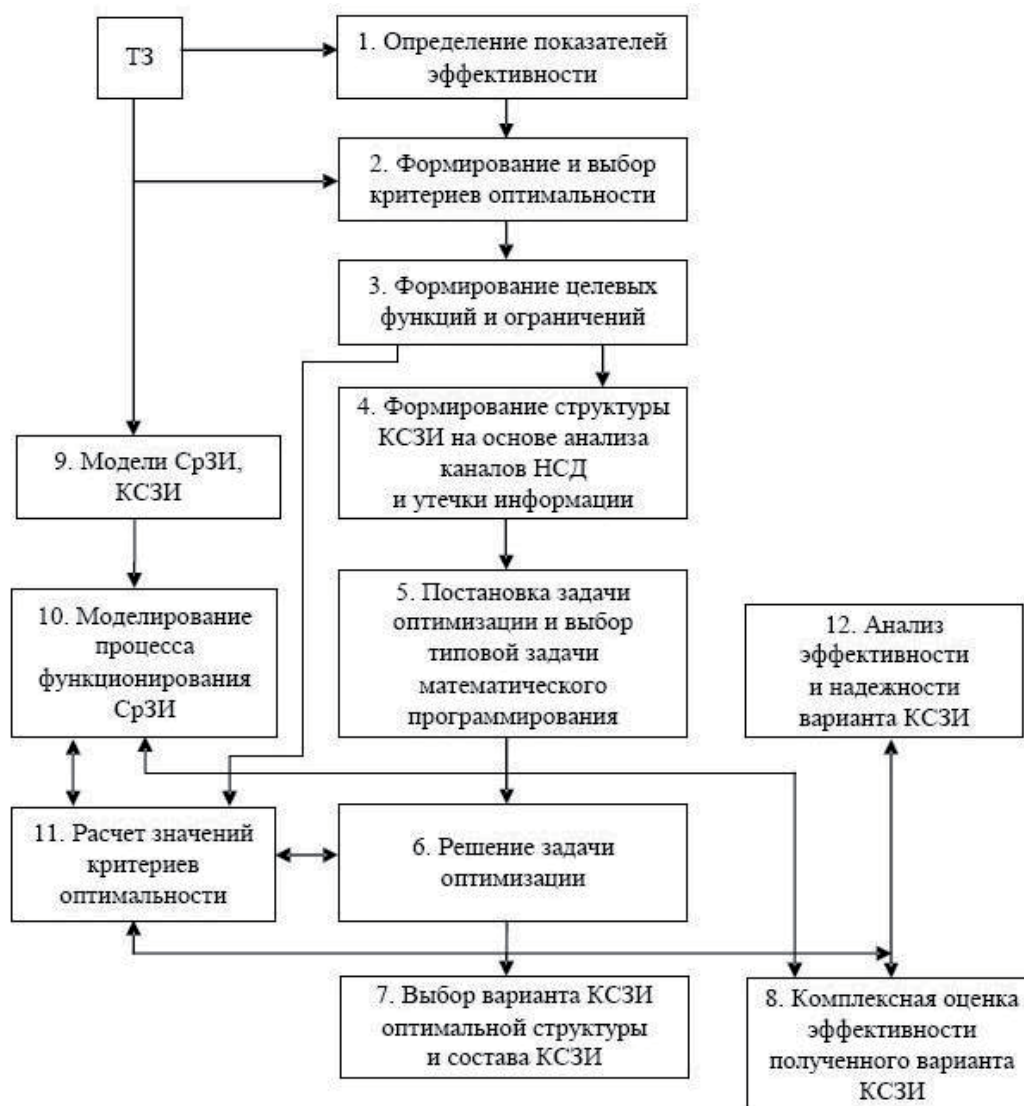


Рис. 1. Структура методического обеспечения задачи проектирования системы защиты информации СОИ.

При решении полученных задач оптимизации определение значений критериев осуществляется путем моделирования процессов функционирования СРЗИ с помощью аналитических или имитационных методов.

По результатам решения этих задач проводится оценка и выбор наиболее предпочтительного варианта построения СЗИ и комплектования проекта защиты СОИ, для которых осуществляется комплексная оценка по выбранным показателям эффективности и принимается решение о принятии данного варианта.

Для решения задачи оптимального построения структуры и выбора состава СрЗИ необходимо иметь множество критериев, отражающих наиболее существенные аспекты создаваемого проекта защиты СОИ.

Анализ информации по данному вопросу [1-16], приведенный как в специальной литературе, так и в работах, рассматривающих решение оптимизационных задач в технике, показывает, что наиболее целесообразно применять следующие группы критериев:

- отражающие состав и количество используемых СРЗИ;
- отражающие эффективность (комплексную, по

отдельным показателям) функционирования данного варианта;

- экономические, учитывающие различные виды и составляющие затрат;
- ресурсные.

Тогда общий набор соответствующих критериев оптимальности можно разделить на следующие основные группы.

1. Количественные критерии:
 - количество используемых СрЗИ;
 - число типов используемых СрЗИ.
2. Вероятностно-временные критерии:
 - вероятностно-временные характеристики функционирования СЗИ ;
 - вероятности преодоления и преодоления защиты за заданное время;
 - вероятность выполнения защитных функций за время, не превышающее требуемое (заданное).
3. Критерии безопасности:
 - коэффициенты опасности угроз информационной безопасности без и с применением способов и СрЗИ;

– коэффициенты эффективности защиты информации относительно различных угроз.

4. Экономические критерии:

- стоимость СрЗИ, обеспечивающих заданную эффективность;
- затраты на установку, эксплуатацию и обслуживание;
- машинное время, загрузка центрального процессора, объем памяти, загрузка периферийных устройств и линий связи, время использования и т.д.

Разработанные в научной литературе [1-16] математические модели устанавливают функциональную связь между параметрами ДФ (дестабилизирующих факторов), воздействующих на СОИ, и обобщенным показателем эффективности СЗИ СОИ – математическим ожиданием предотвращенного ущерба. В соответствии с принципами системного анализа задача синтеза СЗИ является обратной задачей оценки ее качества и включает в себя следующие этапы:

- разработку процедуры рационального выбора механизмов безопасности для построения СЗИ СОИ;
- анализ особенностей целевой функции.

Разработанные в научной литературе [1-16] математические модели позволяют исследовать зависимость целевой функции от параметров построения СЗИ. Анализ целевой функции показывает, что наибольшее влияние на нее оказывают значения следующих параметров:

- время мониторинга безопасности СОИ (время обнаружения атаки) – T_m ;
- время восстановления элементов СОИ – T_v ;
- интенсивности атак ДФ на элементы СОИ;
- прочностей механизмов безопасности элементов СОИ – P_D .

Однако при практическом использовании механизмов безопасности на такие параметры, как время мониторинга безопасности СОИ и время восстановления элементов СОИ, накладываются ограничения. В то же время на интенсивности атак ДФ на элементы СОИ повлиять невозможно.

Таким образом, в качестве параметров для анализа особенностей целевой функции могут быть выбраны прочности механизмов безопасности.

Однако неопределенность структуры СОИ позволяет оценить лишь область значений целевой функции, а также качественные изменения целевой функции при варьировании параметров.

Из анализа физического смысла целевой функции следует, что для определения области значения ЦФ необходимо определить значения целевой функции в следующих двух случаях:

Прочности всех механизмов безопасности равны $0 \quad P_D = \{0, \dots, 0\}$, что соответствует отсутствию защиты у всех элементов СОИ:

$$\lim \varphi = 0;$$

$$P_D = \{0, \dots, 0\}.$$

Прочности всех механизмов безопасности равны $1 \quad P_D = \{1, \dots, 1\}$ – абсолютно защищенная СОИ.

$$\lim \varphi = \underline{L};$$

$$P_D = \{1, \dots, 1\}.$$

Таким образом, область значений целевой функции равна $[0, L']$.

Анализ качественных изменений целевой функции от прочностей механизмов безопасности можно провести лишь для конкретных элементов СОИ.

Например, в [4] приведена качественная зависимость стоимости защиты от уровня защищенности. Из анализа этой зависимости видно, что абсолютная защищенность требует неограниченных затрат на защиту.

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости алгоритма рационального выбора механизмов безопасности элементов СОИ, позволяющего осуществить построение (модернизацию) проекта защиты СОИ при ограниченных затратах на реализацию защиты.

Рациональное построение любой технической системы заключается в синтезе такой структуры системы, которая бы обеспечивала оптимальные значения ее параметров. При этом выбор указанных значений параметров из области их допустимых значений должен проводиться на основе обобщенного критерия эффективности СЗИ.

На этапе разработки метода оценивания эффективности альтернативных проектов защиты СОИ в качестве параметров были определены прочности механизмов безопасности – $P_{D_{nm}}^i$.

Для решения задачи оценки альтернативных проектов защиты СОИ предприятия представляется целесообразным рассмотреть три критерия выбора при условии, когда вероятности возможных вариантов обстановки (будущих условий функционирования) неизвестны, т.к. в процессе функционирования переходы СОИ из состояния в состояние происходят в случайные и детерминированные моменты времени.

Детерминированные изменения состояний СОИ связаны с программой выполнения целевой задачи.

Случайные изменения состояний системы могут быть вызваны отказами элементов СОИ и воздействием преднамеренных ДФ.

Во-первых, может потребоваться гарантия того, что выигрыш в любых условиях окажется меньше, чем наибольший возможный в худших условиях. Эта линия «рассчитывай на худшее».

Тогда задача оценки альтернативных проектов защиты СОИ заключается в выборе таких значений $P_{D_{nm}}^i$, чтобы значение предотвращенного ущерба было максимальным при ограниченных затратах на построение проекта защиты СОИ:

$$\left. \begin{aligned} & \max L(P_{D_{nm}}^i) \\ & n = \overline{1, N}; m = \overline{1, M}; i = \overline{1, 2^K - 1} \\ & R \leq R_{don} \end{aligned} \right\},$$

максиминный критерий Вальда.

Для решения этой задачи целесообразно использовать алгоритмы оптимизации, использующие методы прямого поиска. В частности, для решения рассматриваемой задачи хорошие результаты с точки зрения быстродействия и точности вычислений дает использование метода прямого поиска Хука и Дживса [15].

Суть данного метода заключается в поиске максимума многомерной функции с помощью многошаговой процедуры, на каждом шаге которой изменяется только одна переменная, тогда как другие остаются постоянными, пока не будет достигнут максимум. При этом используются априорные сведения и в то же время отвергается устаревшая информация.

Во-вторых, может потребоваться остановиться между линией поведения «рассчитывай на худшее» и линией «рассчитывай на лучшее».

В этом случае оптимальным решением будет то, для которого окажется максимальным показатель Γ (критерий пессимизма-оптимизма Гурвица):

$$\Gamma = k \min \{ L P_{D_{nm}}^i \} + k \max \{ L P_{D_{nm}}^i \},$$

где k – коэффициент, выбираемый в интервале $[0,1]$ (при $k=0$ – линия поведения в расчете на лучшее, при $k=1$ – линия поведения в расчете на худшее), т.е.:

$$\Gamma = 1/2 \min \{ L P_{D_{nm}}^i \} + 1/2 \max \{ L P_{D_{nm}}^i \}.$$

В-третьих, может иметь место требование в любых условиях избежать большого риска.

Здесь оптимальным решением будет то, для которого риск, максимальный при различных вариантах обстановки, окажется минимальным (минимаксный критерий Сэвиджа).

Анализ критериев показал, что их использование необходимо проводить в соответствии с системой исходных данных.

Создавая или модернизируя систему защиты СОИ конкретного предприятия или филиала предприятия как составную часть общей системы, необходимо учитывать приоритетность защиты данного предприятия / филиала.

Как показывает опыт российских предприятий за 2009 год, весь кортеж приоритетности можно разбить на три неравные группы:

15% от общего числа будут составлять наиболее значимые предприятия (филиалы);

35% – средние предприятия и их филиалы;

50% – менее критичные с точки зрения потерь филиалы предприятий.

Для первой группы наиболее целесообразно использовать критерий Вальда, для второй – Гурвица, для третьей – Сэвиджа.

Таким образом, алгоритм рациональной оценки по перечисленным критериям альтернативных проектов (рационального выбора механизмов безопасности для построения) защиты СОИ будет следующим:

1. Сформировать полный перечень доступных механизмов безопасности элементов СОИ $D = \{D_1, \dots, D_k, \dots, D_K\}$.

2. Определить прочности механизмов безопасности $P_D = \{P_{D1}, \dots, P_{Dk}, \dots, P_{DK}\}$.

3. Определить полную стоимость построения каждого проекта защиты СОИ $R_j, j=[1, J]$.

4. Определить описанными выше методами наилучшие параметры построения проекта защиты СОИ:

$X_{best} = \{P_{D_{nm}}^i\}, m=1, M; n=1, N; i=1, 2^k-1$, для которых выполняется $\max L \{P_{D_{nm}}^i\}, \min L \{P_{D_{nm}}^i\}$, или $1/2 \min \{L P_{D_{nm}}^i\} + 1/2 \max \{L P_{D_{nm}}^i\}$ в зависимости от выбранного критерия.

5. Определить проекты построения защиты СОИ с параметрами $X_{best}: S_j, j=[1, J]$.

6. Осуществить выбор вариантов построения КСЗИ СОИ, которые удовлетворяют требованию по стоимости: $R_j \leq R, j=1, J$.

7. Если в процессе решения задачи выбора механизмов безопасности требованию по стоимости удовлетворяют несколько проектов построения защиты СОИ, то осуществить выбор альтернативного проекта построения защиты СОИ по критерию:

$$\Psi = \frac{L(X_{max})}{R_j}$$

8. Если в процессе оценки альтернативных проектов (решения задачи выбора механизмов безопасности) защиты системы обработки информации требованию по стоимости не удовлетворяет ни один из вариантов построения защиты СОИ с параметрами X_{best} , то назначаются уступки по стоимости системы защиты информации.

Библиографический список

1. Брябрин В.М. Программное обеспечение персональных ЭВМ. М.: Наука, 2000.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. М.: Наука, 2009.
3. Галатенко В.А. Информационная безопасность. М: Открытые системы, 2006, Вып. 1.
4. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных. В 2-х книгах: Книга 1. М.: Энергоатомиздат, 2004.
5. Доценко С.М. Аналитические информационные технологии и обеспечение безопасности корпоративных сетей. Конфидент, 2000, №2 С. 16-22.
6. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с английского. М.: Машиностроение, 2009.
7. Корнеев Н.В. Комплексные системы защиты информации на предприятии: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Комплексные системы защиты информации на предприятии». Москва: Спутник+, 2012. 97 с.
8. Корнеев Н.В. Концептуальные подходы к оснащению современными системами безопасности предприятий социально-культурного сервиса и туризма. Журнал «Естественные и технические науки», 2009, №3. С. 447-450
9. Корнеев Н.В. Принципы построения современных технических систем с элементами искусственного интеллекта. Журнал «Техника машиностроения», 2008, №2. С. 2-7
10. Корнеев Н.В., Баилыкова А.А. Современные алгоритмы и модели оценки надежности программного обеспечения систем обработки информации. Журнал «Человеческий капитал», 2011, №11. С. 168-172
11. Корнеев Н.В., Баилыкова А.А. Сопряжение автоматизированных информационных систем, применяемых для безопасности объектов метрополитена. Журнал «Информационные технологии, связь и защита информации МВД России», №1, 2012. Ч. I. С. 56-59.
12. Корнеев Н.В., Кустарев Ю.С., Морговский Ю.Я. Теория автоматического управления с практикумом: учебное пособие с грифом УМО. Москва: ИЦ Академия, 2008. 224 с.

13. Корнеев Н.В., Осипов И.В. Алгоритмические и программные принципы построения и разработки системы расширяемых шаблонов для контроля и оптимизации торговых систем на основе облачной сети распределенных вычислений. Журнал «Ученые записки РГСУ», №3, 2012. С. 163-169.
14. Мамиконян А.Г., Кульба В.В., Шелков А.Б. Достоверность, защита и резервирование информации в АСУ. М.: Энергоатомиздат, 2006.
15. Функциональная безопасность систем, связанных с обеспечением безопасности: руководство по проектированию и обслуживанию. – GM International S.r.l., 2008. 425 стр.;
16. Шпак В.Ф. Методические основы обеспечения информационной безопасности объекта/ Конфидент, 2000, №1. С. 72-86.

References

1. Bryabrin V. M. Software of personal COMPUTERS. M.: Nauka, 2000.
 2. Venttsel E.S. Ovcharov L.A. Theory of casual processes and its engineering appendices. M.: Nauka, 2009.
 3. Galatenko V.A. Information security. M: Open systems, 2006, Issue 1 .
 4. Gerasimenko V.A. Information security in the automated systems of data processing. In 2 books: Book 1. M.: Energoatomizdat, 2004.
 5. Dotsenko S. M. Analytical information technologies and safety corporate networks / Confidant, 2000, No. 2 Pp. 16-22.
 6. Kleynrok L. theory of mass service. The translation from English. M.: Mechanical engineering, 2009.
 7. Korneev N. V. Complex systems of information security at the enterprise: educational and methodical grant for performance of laboratory works on discipline «Complex systems of information security at the enterprise». Moscow: Satellite +, 2012. 97 p.
 8. Korneev N. V. Conceptual approaches to equipment by modern systems of safety of the enterprises of welfare service and tourism. «Natural and Technical Science» magazine, 2009, No. 3. Pp. 447-450.
 9. Korneev N. V. The principles of creation of modern technical systems with elements of artificial intelligence. Equipment of Mechanical Engineering magazine, 2008, No. 2. Pp. 2 -7.
 10. Korneev N. V., Bashlykova A.A. Modern algorithms and models of an assessment of reliability of the software of systems of information processing. Human Capital magazine, 2011, No. 11. Pp. 168-172.
 11. Korneev N. V., Bashlykova A.A. Interface of the automated information systems applied to safety of objects of the subway. «Information Technologies, Communication and Information Security of the Ministry of Internal Affairs of Russia» magazine, No. 1, 2012. H. I. Pp.56-59.
 12. Korneev N. V., Kustarev Yu.S. Morgovsky Yu.Ya. The theory of automatic control with a practical work: the manual with UMO signature stamp. Moscow: ITs Academy, 2008. 224 p.
 13. Korneev N. V., Osipov I.V. The algorithmic and program principles of construction and development of the system of expanded templates for control and optimization of trade systems on the basis of a cloudy network of the distributed calculations. Scientific Notes of RGSU magazine, No. 3, 2012. Pp. 163-169.
 14. Mamikonov A.G. Kulba V.V., A.B Silks. Reliability, protection and information reservation in ACS. - M.: Energoatomizdat, 2006.
 15. Functional safety of the systems connected with safety: guide to design and service. – GM International S.r.l. 2008. 425 p.;
 16. Shpak V. F. Methodical bases of ensuring information security object / Confidant, 2000, No. 1. Pp. 72-86.
-

УДК 538.91

UDC 538.91

П.С. КОРЧАГИН

аспирант, кафедра физики, Орловский государственный университет
E-mail: warpol@yandex.ru

О.И. МАРКОВ

доктор физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой физики, Орловский государственный университет

E-mail: O.I.Markov@mail.ru

Ю.В. ХРИПУНОВ

кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра общей, биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет

E-mail: Phyrexia@yandex.ru

Б.А. ЛОГИНОВ

начальник научно-исследовательской лаборатории атомной модификации и анализа поверхности полупроводников, Московский институт электронной техники

E-mail: b-loginov@mail.ru

P.S. KORCHAGIN

Graduate student, Department of physics, Orel state university
E-mail: warpol@yandex.ru

O.I. MARKOV

Doctor of physical and mathematical sciences, associate professor, Department of physics, Orel state university
E-mail: O.I.Markov@mail.ru

YU.V. HRIPUNOV

Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, Department of the general, biological, pharmaceutical chemistry and pharmacognosy, Orel state university
E-mail: Phyrexia@yandex.ru

B.A. LOGINOV

Chief of the research laboratory of nuclear modification and analysis of the semiconductors surface, Moscow institute of electronic equipment
E-mail: b-loginov@mail.ru

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ДИСЛОКАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ АСМ
В МОНОКРИСТАЛЛАХ ТИПА ВИСМУТА**

**THE METHOD OF DETERMINING THE DIRECTIONS OF DISLOCATIONS
WITH AFM IN SINGLE CRYSTALS OF TYPE BISMUTH**

В статье рассматривается методика определения дислокаций с помощью атомно-силовой микроскопии в монокристаллах типа висмута. Приводятся результаты исследований.

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, дислокации, кристаллы висмута.

In the article the method of determination of dislocations with the help of atomic force microscopy in single crystals of type bismuth is regarded. The results of the research are given.

Keywords: atomic-force microscopy, dislocations, crystals of bismuth.

Введение

Создание материалов с заданными свойствами в качестве базовых для функциональной электроники невозможно без тщательного исследования дефектной структуры кристаллов как в теоретическом, так и экспериментальном плане. К сожалению, исследованию дефектов в монокристаллах типа висмута до настоящего времени не уделялось должного внимания. Между тем, монокристаллы твердых растворов висмута с сурьмой являются важным материалом для создания высокоэффективных ветвей низкотемпературных термоэлектрических охладителей [1]. Монокристаллы висмута широко используются для изготовления анизотропных термоэлементов, функционирующих в широком интервале температур [2].

Полуметаллы типа висмута склонны к образованию микро- и макроскопических дефектов кристаллической структуры. Кристаллическая решетка висмута относится к ромбоэдрической сингонии, очень близкой гранецентрированной кубической. Это обстоятельство и обуславливает полуметаллические свойства висмута. Сплавы висмут-сурьма образуют непрерывный ряд

твердых растворов. В сплавах висмут-сурьма возникает область концентраций сурьмы (8% ат. – 20% ат.), где перекрытие валентной зоны и зоны проводимости исчезает и открывается узкая запрещенная зона, что приводит к тому, что монокристаллы сплавов висмут-сурьма обладают большой чувствительностью к примесям и другим дефектам кристаллической структуры. Преобладающим видом дефектов в монокристаллах типа висмута являются дислокации. Дислокации образуются как в процессе роста монокристаллов, так и при обычно используемом раскалывании слитков по плоскости (111) в результате пластической деформации. Физические свойства полуметаллических и полупроводниковых монокристаллов во многом определяются наличием в них дислокаций. Создание термоэлектрических материалов выдвигает перед экспериментаторами проблемы, связанные с воспроизведением свойств образцов с высокой термоэлектрической эффективностью. По этой причине внимания заслуживает изучение дефектов кристаллической структуры материалов на основе висмута. Для исследования дислокаций используются также электронно-автоионные микро-

скопические методы и методы рентгенотопографии. Основным методом обнаружения микроскопических дефектов был и остается металлографический анализ [3]. Для выявления дислокаций в монокристаллах висмута и его сплавов используется химическое травление. Для определения направлений дислокаций в сплавах висмут-сурьма используются методы рентгеновской топографии [4]. Однако это возможно только для малодефектных кристаллов. Появление атомно-силовых микроскопов позволило проводить исследования дефектов структуры монокристаллов. Целью работы является разработка методики определения направлений дислокаций методами АСМ.

Методика измерений и расчета

В качестве исходных материалов использовали сурьму и висмут высокой чистоты: висмут марки Ви-000 и сурьму Су-экстра. В работе исследовались монокристаллы висмута, выращенные способом зонной перекристаллизации. Монокристаллы сплавов Bi-Sb с содержанием Bi 12 ат.% диаметром 10-20 мм были выращены методом зонной плавки. Монокристаллы висмута выращивались без затравок методом зонной перекристаллизации в трубках из молибденового стекла. Малодислокационные монокристаллы висмут-сурьма выращивались по методу К.Г.Иванова [5]. Используемое в качестве контейнера стекло обрабатывалось кислотным и щелочным растворами с последующей промывкой дистиллированной водой и просушиванием при высокой температуре. Полученные монокристаллические слитки извлекались травлением стекла плавиковой кислотой. Выращенные монокристаллы разрезались на электроискровом станке на участки размером 1.5-2 см. Из средней части слитка вырезались образцы для исследований. Поверхность для исследования получалась путем скола после охлаждения слитка в жидком азоте. Раскалыванием монокристалла висмута, замороженного до азотных температур, по плоскости спайности (111) получалась гладкая поверхность, не требующая дополнительной обработки [6].

Металлографическое исследование дефектности монокристаллов висмута и сплавов висмут-сурьма проводилось и ранее, однако появление современных металлографических микроскопов позволяет резко повысить точность и качество исследований. Ранее нами сделана попытка определения направлений дислокаций в монокристаллах висмута и висмут-сурьма [7]. Для наблюдения и регистрации изображений поверхности образцов использовался металлографический микроскоп Альтама MET 1M, оснащённый видеокамерами, подключёнными к ПЭВМ. Выявление ямок травления проводилось в травителе из смеси азотной и уксусной кислот в течение 0.5-2 мин. Анализ формы ямки травления и простые измерения ее размеров позволяют оценить направления линий дислокаций. Качество полученных снимков позволяет выявить характерные особенности дефектов, их ориентацию, наблюдая различное огранение ямок, особенно их дна. При этом оказывается возможным выделить несколько видов различных ямок травления по их огранению, определить

их симметрию и сопоставить с возможными типами дислокаций. Из принципа симметрии Кюри и принципа Неймана следует, что симметрия фигур травления является подгруппой группы симметрии ямки дислокации, а внешние очертания фигур травления определяются симметрией плоскости наблюдения. Симметричные ямки свидетельствуют о дислокациях, перпендикулярных поверхности, а асимметричные о наклонных [7]. По асимметричному смещению вершины пирамидки ямки можно оценить наклон линии дислокации. Это позволило установить несколько направлений дислокаций: [111], [112], [122].

Форма ямок травления зависит от кристаллографической ориентации исследуемой плоскости. Дислокации на поверхность (111) выходят в виде ямок-пирамид с основанием в виде треугольника. Для того чтобы получить достаточно правдоподобную картину их распределения, необходимо подбирать травитель с достаточно малой скоростью растворения. На рис.1 представлена фотография поверхности исходного образца после селективного травления для выявления дислокаций. Судя по значениям углов между проекциями сторон пирамид на плоскость наблюдения, ямка слева близка к прямоугольной пирамиде, что должно из соображений симметрии иметь место при нормальной ориентации дислокационной линии по отношению к поверхности.

Современные металлографические микроскопы, оснащенные компьютерами с программным обеспечением, позволяют получить снимки высокого качества и провести сравнительно точные измерения размеров ямок травления. Выявление особенностей структуры поверхности монокристаллов висмута, полученной различными способами, позволит объяснить некоторые физические свойства висмута, обусловленные дефектностью его структуры. Наблюдение и подсчет дислокаций проводили по ямкам травления под оптическим микроскопом. Этих данных достаточно для оценки косинуса угла наклона линии дислокации по отношению к направлению (111). Оценка индексов направлений дислокаций оценивалась согласно формуле

$$\cos \alpha = \frac{m + n + p}{\sqrt{3} \sqrt{m^2 + n^2 + p^2}} \quad (1)$$

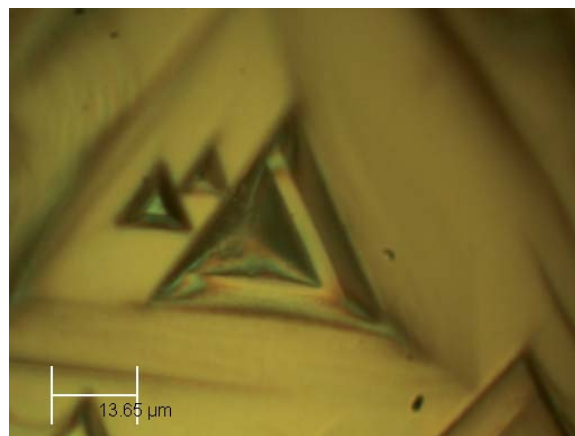


Рис. 1. Изображение ямки травления, полученное с помощью металлографического микроскопа.

Если глубина ямки травления не превышает глуби-

ны резкости объектива, то точка пересечения граней дна ямки довольно точно определяется, в противном случае резкое изображение невозможно получить, что резко снижает точность определения направления дислокации оптическим методом. Этого недостатка лишена зондовая микроскопия. Для наблюдения и регистрации изображений поверхности образцов использовался сканирующий мультимикроскоп СММ-2000 в режиме атомной – силовой микроскопии. На рис. 2 представлено АСМ-изображение ямки травления. Из рисунка видно, что эти ямки представляют собой треугольные пирамиды с основанием в виде равностороннего треугольника.

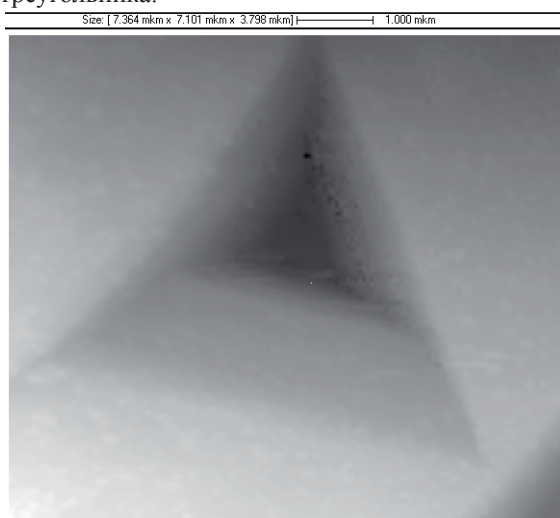


Рис. 2. АСМ-кадр ямки травления.

С помощью программного сервиса микроскопа измеряются углы наклона трех граней ямки травления. Это позволяет записать три уравнения плоскостей в отрезках на осях для граней ямок травления в виде

$$\frac{\delta}{\Delta\delta} + y + z - 1 = 0, \quad x + \frac{y}{\Delta y} + z - 1 = 0, \quad x + y + \frac{z}{\Delta z} - 1 = 0, \quad (2)$$

где Δx , Δy , Δz – отрезки, отсекаемые плоскостями от осей координат. Графически плоскости, описываемые уравнениями (2), представлены на рисунке 3.

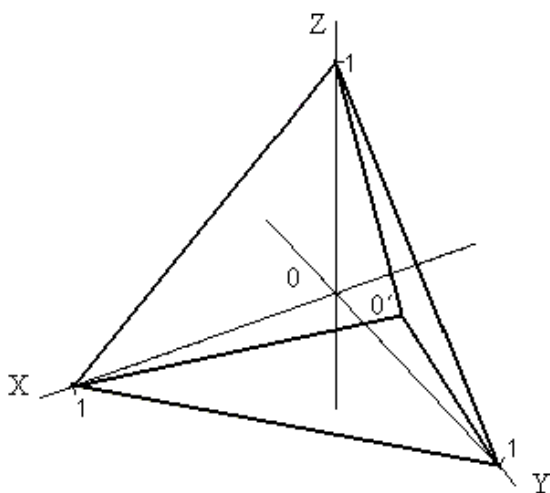


Рис. 3. Геометрическая модель ямки травления.

Аналитическое решение уравнений (2) позволяет определить точку O' пересечения плоскостей с координатными осями.

Точка O' находится на пересечении осей X' , Y' , Z' . Таким образом, линия дислокации проходит через точки x_0, y_0, z_0 и $1/3, 1/3, 1/3$. Параллельный перенос одной из точек в начало координат $0,0,0$ позволяет определить три координаты x_1, y_1, z_1 в декартовой системе координат XYZ . Координатные оси псевдокубической системы координат отклонены от соответствующих осей прямоугольной системы координат на один и тот же малый угол θ . Остается пересчитать координаты в косоугольной системе координат $X'Y'Z'$ (рис.4), соответствующей псевдокубической кристаллографической системе, что определяет индексы направлений $[u \ v \ w]$.

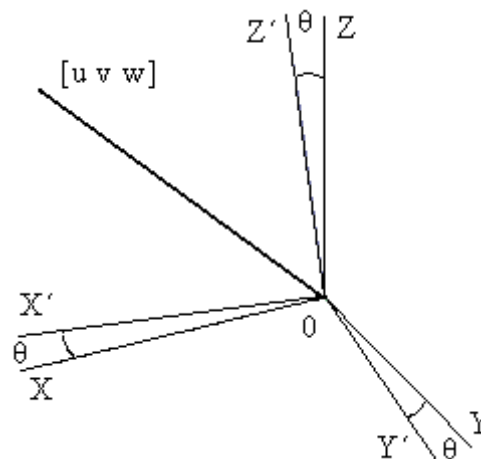


Рис. 4. Взаимная ориентация кубической XYZ и псевдокубической $X'Y'Z'$ систем координат.

Полученные результаты

При изучении внутреннего строения монокристаллов требуется определить пространственную ориентацию некоторых направлений кристаллов. На плоскости скола кристаллов типа висмута обычно легко индицируются плоскость наблюдения и какое-либо направление на ней. Все остальные направления могут быть «привязаны» к известному измерением углов в плоскости наблюдения. Но в практике исследований надо знать пространственное положение этих направлений относительно кристалла в целом, т.е. необходимо определить символы направлений. Ямки травления на выходах дислокаций в монокристаллах типа висмута, как правило, огранены в основании правильным треугольником. Огранка ямки отражает симметрию протравливаемой грани кристалла $\{111\}$. Это позволяет легко определить направление бинарных осей. Форма ямок травления зависит от кристаллографической ориентации данной поверхности, структуры решетки, состава применяемого травителя и наклона линии дислокации к поверхности кристалла. Образованные вертикальными дислокациями на поверхности $\{111\}$ ямки травления имеют форму равносторонней треугольной пирамиды с наклоном граней 56.4° . Наклонные дислокации при отклонении от нормали к плоскости $\{111\}$, края ямки образуют правильные треугольники, а вершина пирамиды смещается из центра в сторону одной из вершин треугольника, либо, наоборот, в сторону, противоположную от вершины треугольника. Сканы,

полученные с помощью АСМ, позволяют провести сечения, по которым определяются углы наклона стенок ямок травления, их глубина и смещение вершин пирамиды. Из литературы [8] известны «наклонные» дислокации [010], [101], [112]. Исследования формы ямок показали, что большинство дислокаций выходит на поверхность под прямым углом, что соответствует направлению [111]. Кроме того, обнаружены наклонные направления, близкие к [112] и [221].

Основные погрешности измерений углов связаны с неровной поверхностью боковых граней ямок травления. Можно предположить, что это связано с тем, что азотная кислота, входящая в состав травителя, вероятно пассивирует поверхность и образующаяся окисная пленка препятствует формированию плоских боковых граней ямок травления. К числу артефактов, затрудняющих проведение точных измерений, относятся фигуры травления и рельеф поверхности, не связанные с дислокационной структурой материала, а также слияние дислокационных ямок травления между собой.

Заключение

Проведено АСМ-исследование дислокационных ямок травления на поверхности скола монокристаллов

висмута после обработки ее травителем. Получены следующие результаты.

На плоскости скола монокристаллов висмута с ориентацией (111) с применением атомно-силовой микроскопии обнаружены дислокационные ямки травления, имеющие вид треугольных пирамид. Полученные сканы позволяют определить углы наклона граней ямок. Углы наклона граней пирамид отдельных ямок травления отличаются, что связывается с наклоном дислокационных линий относительно поверхности кристалла.

Полученные данные позволяют провести расчеты индексов направлений дислокаций. Предложен эффективный алгоритм расчета направлений дислокаций, позволяющий с большой точностью определять направления осей дислокаций.

Метод рентгеновской топографии, успешно примененный для исследования малодислокационных монокристаллов BiSb, выращенных в тонких трубках [5], мало пригоден для исследования монокристаллов с более высокой плотностью дислокаций. Определение направлений дислокаций методом АСМ с успехом может использоваться для монокристаллических сплавов BiSb любой степени дефектности.

Библиографический список

1. Yim W.M., Amith A. Bi-Sb alloys for magnetothermoelectric and thermomagnetic cooling // Solid-State Electron. 1972. Vol.15. № 10. P.1141-1165.
2. Сапожников С.З., Митяков В.Ю., Митяков А.В. Измерение нестационарных тепловых потоков градиентными датчиками на основе анизотропных монокристаллов висмута // ЖТФ– 2004. Т. 74. № 7. С. 114–120.
3. Амелинкс С. Методы прямого наблюдения дислокаций. М.: Мир. 1968. 440с.
4. Данильчук Л.Н., Окунев А.О., Иванов К.Г., Тимофеева Ю.В. Исследование дефектов структуры полуметаллов и полупроводников на основе монокристаллических сплавов (Bi+Sb) методами рентгеновской топографии//Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008.Том 74. №3. С.25-32.
5. Иванов К.Г., Крылов А.С. Выращивание монокристаллов Bi-Sb высокого качества //Сб. «Полуметаллы и полупроводники». Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена. 1975. С.24-29.
6. Марков О.И., Хрипунов Ю.В. Контроль поверхности кристалла висмута после технологической обработки// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2011. №8. С. 56–59.
7. Марков О.И., Хрипунов Ю.В. Определение направлений дислокаций в монокристаллах висмута по ямкам травления // Актуальные проблемы прочности: Материалы 51 Международной конференции. Харьков. 2011. С. 351.
8. Чернобай В.И., Иванов Г.А., Багдугев Г.Б., Чернобай Т.В. Идеальная и дислокационная структура кристаллов висмута//Сб. «Полуметаллы и полупроводники». Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена. 1975. С.37-43.

References

1. Yim W.M., Amith A. Bi-Sb alloys for magnetothermoelectric and thermomagnetic cooling // Solid-State Electron. 1972. Vol.15. № 10. Pp.1141-1165.
2. Sapozhnikov S.Z., Mityakov V.Y., Mityakov A.V. Measurement of non-stationary heat flows gradient sensors based on anisotropic crystals of bismuth // Journal of technical physics. 2004. Vol. 74. № 7. Pp. 114–120.
3. Amelinks S. Methods of direct observation of dislocations. M.: World. 1968. 440 p.
4. Danil'chuk L.N., Okunev S.A. Ivanov K.G., Y.V. Timofeyev Study of structure defects semimetals and semiconductors on the basis of single-crystal alloys (Bi+Sb) by the methods of x-ray topography//Factory laboratory. Diagnostics of materials. 2008. Vol. 74. №3. Pp. 25-32.
5. Ivanov K.G., Krylov A.S. Growing single crystals of Bi-Sb high quality //Sat. «Half-metals and semiconductors». L.: LSPI named after A.I. Herzen. 1975. Pp. 24-29.
6. Markov O.I., Khripunov Y.V. Control surface crystal bismuth after technological treatment // Instruments and systems. Management, control, diagnostics.2011. №8. Pp. 56–59.
7. Markov O.I., Khripunov Y.V. Definition of directions of dislocations in crystals of bismuth in etching pits // Actual problems of strength: Proceedings of the 51st International conference. Kharkov. 2011. P. 351.
8. Chernobay V.I. Ivanov G.A. Bagduguev G.B., Chernobay T.V. Perfect and dislocation structure of crystals of bismuth // Col. «Half-metals and semiconductors». L.: LSPI named after A.I. Herzen. 1975. Pp. 37-43.

УДК 622.765 + 621.373 + 533.1

UDC 622.765 + 621.373 + 533.1

А.П. КУЗЬМЕНКО

доктор физико-математических наук, профессор,
Юго-Западный государственный университет
E-mail: apk3527@mail.ru

Н.А. ЛЕОНЕНКО

кандидат технических наук, Институт горного
дела ДВО РАН
E-mail: leonenko@igd.khv.ru

И.В. ХРАПОВ

кандидат физико-математических наук, старший
преподаватель, кафедра горного дела и обогащения
полезных ископаемых, Юго-Западный государствен-
ный университет
E-mail: igor-khrapov@yandex.ru

A.P. KUZMENKO

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Regional-
ny Nanotechnology Center of Southwest State University
E-mail: apk3527@mail.ru

N.A. LEONENKO

Ph.D., Institute of Mining, FEB RAS
E-mail: leonenko@igd.khv.ru

I.V. KHRAPOV

Ph.D. of physico-mathematical sciences, senior lecturer
in «Mining and mineral processing», Southwestern State
University
E-mail: igor-khrapov@yandex.ru

**ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛАЗЕРНОЙ ДЕФРАГМЕНТАЦИИ, ТЕРМОКАПИЛЛЯРНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ И АГЛОМЕРАЦИЯ
УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ЗОЛОТА ИЗ ДИСПЕРСНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ***

**PHYSICAL MODEL OF LASER DEFRAGMENTATION THERMOCAPILLARY EXCLUDING
AND AGGLOMERATION SUPERDISPERSED GOLD FROM DISPERSED MINERAL**

В работе представлен анализ физической модели с принятым допущением интенсивности лазерного излучения в линейной области. Установлено, что коэффициент поглощения применительно к исследуемым многокомпонентным дисперсным системам носит весьма сложный и комплексный характер. Рассмотрена роль сил поверхностного натяжения в наблюдаемых явлениях агломерации золота. Выявлена очередность следования процессов дефрагментации, термокапиллярного извлечения ультрадисперсного золота, лазерной агломерации.

Ключевые слова: лазерная обработка, дефрагментация, термокапиллярный механизм, лазерная агломерация.

The paper presents an analysis of the physical model with the adopted assumption of laser intensity in the linear region. Installed that the absorption coefficient with respect to the investigated multi-component disperse systems is very complex and comprehensive. Examined the role of surface tension in the observed phenomena of agglomeration of gold. Spotted in a stepwise sequence of processes defragmentation thermocapillary extraction of ultrafine gold laser agglomeration.

Keywords: laser treatment, defragmentation, thermocapillary mechanism, laser agglomeration.

Повышение эффективности извлечения ценных компонентов, особенно при добыче благородных металлов, платиноидов (БМП), в которых удельный объем энергозатрат на дезинтеграцию исходного сырья достигает 70 % [1 – 3], а сам процесс извлечения несамородных осложняется как морфологическими, так и химическими структурными особенностями таких включений. Поиск технических решений расширился до применения СВЧ-, электроимпульсной, магнитно-импульсной, электрохимической обработки, электродинамического и ударно-волнового воздействия, включая их комплексное воздействие на исходное минеральное сырье [4, 5]. В этой связи, как ранее показано [6], лазерная обработка обеспечивает одновременно дефрагментацию невоскрываемых сростков, термокапиллярное извлечение ультра- и нанодисперсных включений БМП и их агломерацию в расплавленном состоянии, вплоть до формирования видимых микрообразований с размерами до нескольких сотен мкм. Имеющиеся данные по лазерной

обработке таких материалов вполне могут иметь практическое значение. В настоящей работе проанализированы физические процессы, инициируемые лазерным воздействием: дефрагментация, термокапиллярное извлечение и агломерация.

Анализ данных по результатам обработки указанных материалов сделан с учетом того, что одну из основных ролей при воздействии лазерного излучения (ЛИ) на гетерогенные и гетерофазные среды (ГС) играют тепловые процессы, обусловленные оптическим поглощением по закону Бугера-Ламберта-Бера: $I(z) = I_0(1 - R)\exp(-\alpha z)$. В работе представлен анализ физической модели с принятым допущением, что интенсивность ЛИ не выходила за линейную область, то есть выполнялось условие $I_0 < I_{кр}$, где $I_{кр}$ – величина интенсивности ЛИ, начиная с которой возникают нелинейные эффекты. Несмотря на это, даже в этой области коэффициент поглощения применительно к исследуемым системам носит весьма сложный и комплексный характер. В подобной ситуа-

* Статья подготовлена при поддержке гранта Российского Фонда Фундаментальных Исследований № 13-05-00586 "Исследование нелинейных эффектов при взаимодействии лазерного излучения с горными породами и минеральными средами с целью интегрирования волоконных лазеров в технологии горного производства" 2014 г. и комплексной программы фундаментальных исследований Федерального Агентства Научных Организаций 42 П ДВО РАН 12-III –А-08-179 "Создание физической модели процесса агломерации дисперсных благородных металлов при лазерном воздействии", 2014 г. *

ции, как показано в целом ряде исследований, анализ возможен только численными методами [7], а для оценочных упрощенных расчетов в качестве коэффициента поглощения можно воспользоваться его усредненной величиной: $\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n)/n$. Здесь $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ являются справочными данными.

При более общем анализе, очевидно, следует принять во внимание дисперсионную зависимость коэффициента поглощения: $\alpha^* = (\alpha_1^* + \alpha_2^* + \dots + \alpha_n^*)/n$. Здесь $\alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_n^*$ – комплексные коэффициенты поглощения каждого из компонентов, составляющих исследуемые природные и техногенные образования. Тогда каждая компонента коэффициента поглощения, входящего в состав исследуемого соединения, имеет действительную (α_i^*) и мнимые (α_i^*) части: $\alpha_i^* = \alpha_i + i\alpha_i^*$, $i = (-1)^{1/2}$ – мнимая единица. Для дальнейшего рассмотрения следует принять во внимание, что монохроматичность ЛИ существенно упрощает ситуацию и делает вполне оправданным переход к анализу относительно усредненной величины – α .

Таким образом, при анализе процессов, возникающих при лазерной обработке, может быть определена энергия, величина которой обуславливает весь комплекс первичных процессов, таких как нагрев, механическую дефрагментацию, плавление, испарение, горение, термоокисление, ионизацию и плазменное образование, с последующей кристаллизацией и переходом в конденсированное состояние, а также вторичные эффекты типа оптического пробоя, поглощения излучения плазмой и механической деформации.

Необходимо также отметить, что для дальнейшего анализа предлагается учитывать нормированный по массе вклад каждого из физических параметров: коэффициента поглощения – α , а также всех других физико-химических параметров. К примеру, удельной теплоемкости – c , теплоты плавления – λ , испарения – L , коэффициентов температуропроводности – χ и теплопередачи – η , других характеристик происходящих при лазерной обработке процессов. Для определения долевого вклада каждого из минералов, образующих исследуемые соединения, предусматривалось использование, к примеру, данных качественного рентгенофазового анализа и справочных данных. Применительно к исследуемым неоднородным по составу и структуре порошковым материалам, величина χ мала и изменяется в пределах $10^{-6} - 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, что подтверждает равновесность происходящих процессов. Для сравнения в металлических материалах ее величина на несколько порядков больше ($\text{Cu} = 1.12 \times 10^{-4}$, $\text{Ag} = 1.65 \times 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) и резко снижается для окислов этих же металлов. Таким образом, в наших условиях должны происходить только равновесные тепловые процессы. Схема, наглядно демонстрирующая тепловые процессы при обработке ЛИ с интенсивностью – I_0 , представлена на рис. 1, где также условно показан обрабатываемый порошковый материал, сформированный в виде достаточно правильного цилиндра. На этой основе запишем итоговое уравнение теплового баланса относительно усредненных физических параметров c, λ, L и η :

$$Q_{\text{лаз.ист.}} = cm\Delta T + \lambda m_{\text{пл.}} + Lm_{\text{исп.}} + \eta\pi d(T_{\text{пл.}} - T_{\text{мин.пл.}}), \quad (1)$$
 где m – общая масса ГС, $m_{\text{исп.}}$ и $m_{\text{пл.}}$ – масса испарившегося и расплавившегося ГС, d – диаметр пятна фокусировки. Здесь же $T_{\text{пл.}} = (T_{1\text{пл.}} + T_{2\text{пл.}} + \dots + T_{n\text{пл.}})/n$ – усредненная температура плавления, а величина $T_{\text{мин.пл.}} = \text{Min}\{T_{\text{пл.}}\}$ – наименьшая из температур плавления, характерная для ГС.

В правой части уравнения (1) необходимо было бы учесть влияние протекающих термохимических реакций – долю химически прореагировавшего материала в ГС, которая подчиняется закону Аррениуса: $\partial N/\partial t = Kf(N)\exp(-E_a/kT)$. Здесь N – концентрация реагирующего вещества, K – коэффициент, определяющий скорость протекания химических реакций, учитывающий частоту столкновений реагирующих частиц, $f(N)$ – функция, соответствующая механизму реакции, E_a – энергия активации, k – постоянная Больцмана.



Рис. 1. Перераспределение энергии падающего лазерного луча.

Соотношение между энергией падающего излучения E и энергией активации удовлетворяет условию: $Ea - E > 0$. Причем это условие выполнимо практически для всех соединений. Максимально возможному выходу из реакции взаимодействия ЛИ на ГС будет соответствовать величина $f(N) = 1$. Это обеспечивает наибольший выход полезного реагента $N = N(T_{\text{макс}})$. Такой результат может реализоваться при достижении $T = T_{\text{макс}} \sim T_{\text{пл.}}$. На этой основе можно оценить верхнюю границу времени протекания такой реакции – t_p , получаемую из закона Аррениуса: $t_p = N(T_{\text{макс}}) \exp(-E_a/kT)/K$. К примеру, расчетное время реакции восстановления для достаточно распространенного природного минерального соединения типа SiO_2 или CaSiO_3 [8] составят $t_p = 1200$ и 5000 с соответственно. Учет этого вклада привел бы к серьезному усложнению (1), что видно из дифференциального уравнения [9], запишется в следующем виде:

$$\partial(\delta T)/\partial t + T/(\rho c_v)(\partial p/\partial T)_p \nabla v = (Q_v + \rho N q_{\text{химреак.}})/\rho c_v$$
 Здесь p – давление, T – температура среды, от которых зависит плотность $\rho = \rho(p, T)$, $\delta p, \delta p, \delta T$ и их изменения, вызванные нагревом среды ЛИ и выделяемой теплотой химической реакции. C_v – теплоемкость при постоянном объеме, Q_v – количество тепла в единице объема, выделяемое при поглощении излучения, $q_{\text{химреак.}}$ – количество тепла, выделяемого единичной массой при химических реакциях, v – скорость движения теплового фронта, которая совпадает со скоростью движения частиц в расплаве. Полное решение такого уравнения даже численными методами вряд ли реально. Оценка нижней границы времени обработки ЛИ ГС оказывает-

ся меньше минуты, что делает ее вполне практически значимой.

Пятно расфокусированного ЛИ имеет диаметр $d = 4 - 6$ мм, и перемещается оно со скоростью v , будем считать, что для исследуемой гетерогенной системы в виде многофазного порошка расстояние эффективной теплопередачи сопоставимо с этим диаметром. Теплопередача осуществляется на расстояние не более чем 3 диаметрам пятна излучения. Следует отметить, что такое допущение вполне оправдано, так как коэффициент теплопроводности η для столь сложных систем весьма мал. К примеру, если для золота его величина составляет $320 \text{ Вт/(м} \times \text{К)}$, то оксидная форма других составляющих характеризуется теплопроводностью, колеблющейся в пределах нескольких единиц.

Учет размеров области влияния теплопроводности, совпадающей с направлением пути перемещения пучка ЛИ, позволяет определить время, в течение которого теплопередача будет существенной $t = 3d/v \sim 10 - 20$ с. Тогда в условиях стационарного режима лазерной обработки возможен переход к интегральной форме уравнения теплопроводности, удобной для расчетов: $Q_{\text{теплоперед.}} = \eta \pi d (T_{\text{пл.}} - T_{\text{мин.пл.}})$. Такой выбор нижней границы температуры процесса теплопередачи обусловлен тем, что расплавленная масса одной из составляющих по мере остывания начнет кристаллизоваться, что сопровождается выделением $Q_{\text{кр.}}$. Изменится знак теплопередачи, и $Q_{\text{пл.}}$ будет выделяться обратно.

Учитывая сделанные выше замечания относительно равенства по модулю количеств тепла, требуемого для плавления и выделяемого в процессе кристаллизации, их следовало бы сократить. Однако, во-первых, нас интересуют преимущественно процессы плавления, во-вторых, следует иметь в виду, что источник лазерного излучения движется с некоторой скоростью v . Поэтому выделение тепла в результате кристаллизации, происходит сзади фронта плавления и вряд ли играет какую-то роль в каждой последующей точке обработки. Более того, само количество тепла, выделяемое при этом, достаточно мало: $Q_{\text{крист.}} = -\lambda m$. Оценки показывают, что масса кристаллизующегося вещества, определяемая в приближении полусферы плавления радиусом $R = d/2$: $m = 2/3(\rho \pi R^3)$, и величина λ , взятая с учетом усредненного, дают $Q_{\text{крист.}}$ несопоставимо меньшую: $Q_{\text{крист.}} \ll Q_{\text{лаз.ист.}}$. Это и позволяет в правой части (1) учитывать только энергию источника ЛИ.

Как отмечалось ранее, режим обработки обеспечивает минимальное испарение, поэтому $m_{\text{исп.}} \ll m$, что позволяет пренебречь этим вкладом в правой части уравнения теплового баланса. Потери энергии падающего ЛИ должны также включать $Q_{\text{фак.}}$ – энергию, поглощаемую плазменным паровым факелом, $Q_{\text{отр.}}$ – отраженную от поверхности энергию, $Q_{\text{газструй.}}$ – энергию, уносимую газовой струей.

Обсудим их роль. Интенсивность используемого ЛИ была существенно ниже пороговых значений, начиная с которых имеет место образование электронной лавины и многофотонной ионизации (10^{11} Вт/см^2) и даже пробы паров испарения ($10^8 - 10^9 \text{ Вт/см}^2$). Это позволяло пре-

небречь этими потерями. Лазерной обработке подвергались только порошковые ГС, обладающие высокой дисперсностью вплоть до размеров длины волны используемого ЛИ $\lambda = 1.06$ мкм, что делало пренебрежимо малым отражение – $Q_{\text{отр.}}$. Величина $Q_{\text{газструй.}}$ также может быть опущена, так как режим обработки подбирался таким образом, чтобы либо исключить, либо существенно снизить ее долю. Отметим также, что отток тепла в подложку, изготовленную в форме цилиндрической кюветы, не учитывается, так как она специально изготовлена из реакторного высокодисперсного графита, у которого теплопроводность понижается с ростом температуры (при комнатной температуре – 170 , а при 1700°К – $51 \text{ Вт/(м} \times \text{град)}$) вплоть до $T_{\text{пл.}} = 2200^\circ\text{К}$. Коэффициент отражения от стенок этой кюветы на используемой длине волны ЛИ 1060 нм минимален, что также позволяет пренебречь этой составляющей. Все это обосновывает оправданность представленного уравнения теплового баланса в виде (1).

Детальный анализ процессов, инициируемых под действием ЛИ на ГС, проведен ранее [10], где выделены в качестве основных:

- дефрагментация (дезинтеграция);
- извлечение ультра- и нанодисперсного золота;
- агломерация.

Несмотря на кажущуюся непрерывность этих процессов, они представляют собой довольно разноуровневые изменения. Так на первом из них, характерном для начальной стадии, тепловым концентрированным и скоростным воздействием ЛИ удастся вскрыть сростки с включениями ультра- и нанодисперсных БМП. На втором этапе включается гидродинамический механизм извлечения: уравнением неразрывности:

$\frac{\partial}{\partial t} \delta \rho + \rho \nabla \vec{V} = 0$, а движение сохранившихся в расплаве твердых частиц описывается уравнением гидродинамики: $\frac{\partial}{\partial t} \delta \vec{V} + \frac{\nabla \delta p}{\rho} = 0$. Здесь и далее введена скорость

движения частиц, которая, вообще говоря, совпадает с распространением фронта плавления – $V = V_{\text{пл.}}$. На последнем этапе, когда весь обрабатываемый материал перешел в жидкофазное состояние, очевидно доминирующее воздействие сил поверхностного натяжения, что подтверждается формообразованием из расплава структур со сферической формой.

Для более глубокого анализа запишем (1) в следующем виде:

$$I_0 A = K v_{\text{пл.}} \rho (L_{\text{и}} + L_{\text{пл.}} + c(T_{\text{пл.}} - T_{\text{мин.пл.}})). \quad (2)$$

В (2) введена I_0 – плотность мощности (или интенсивность) ЛИ, A – коэффициент его поглощения. Для оценочных расчетов в (2) принято, что K – некоторый размерный коэффициент, при котором $K v_{\text{пл.}} = V$ – объем расплава. Объем расплавленной массы ГС в единицу времени, естественно, зависит от скорости обработки ЛИ (перемещения лазерного пучка). Очевидно, что рациональным режимом обработки исследуемых ГС будет являться такой, при котором скорость перемещения пучка будет совпадать со скоростью распространения волны плавления. Из оценочных расчетов,

учитывающих состав ГС и массовую долю отдельных усредняемых физических величин, получаются важные в практическом отношении величины стационарной скорости распространения волны плавления вглубь обрабатываемых продуктов ($v_{пл}$) и время проплавления насыпного слоя (t). Так, оценка $v_{пл}$ дает:

$$v_{пл} = I_0 A / \rho (L_{пл} + C(T_{пл} - T_{мин.пл.})) \sim 300 \text{ м/с}, \quad (3)$$

что меньше усредненной скорости звука в обрабатываемых продуктах, а значит, нестационарные процессы в процессе плавления продуктов обработки исключаются, так как $V_{пл} \ll V_{зв} \sim 2 \times 10^3 \text{ м/с}$. С учетом χ – температуропроводности усредненной для всех составляющих материалов и $l_{пл}$ – толщины насыпного слоя материала для обработки примерно равного его поперечному размеру можно определить второй важный параметр обработки – время проплавления насыпного слоя:

$$t = \chi \pi (\rho l_{пл} C (T_{пл} - T_{мин.пл.}) / (2 I_0 L_{пл}))^2 \sim 10^{-8} \div 10^{-6} \text{ с} \quad (4)$$

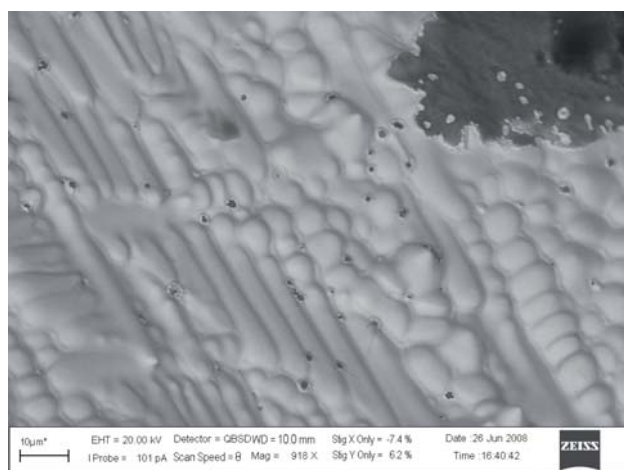
очень малой величины. Это делает эффективной и экономически оправданной импульсную лазерную обработку (с длительностями до сотни мкс).

Высокая скорость распространения фронта волны плавления в исследуемых ГС (3), обладающих широким разбросом значений $T_{пл}$ и L , не исключает процессов испарения в процессе лазерной обработки легкоплавких соединений. В результате, помимо чисто теплого-

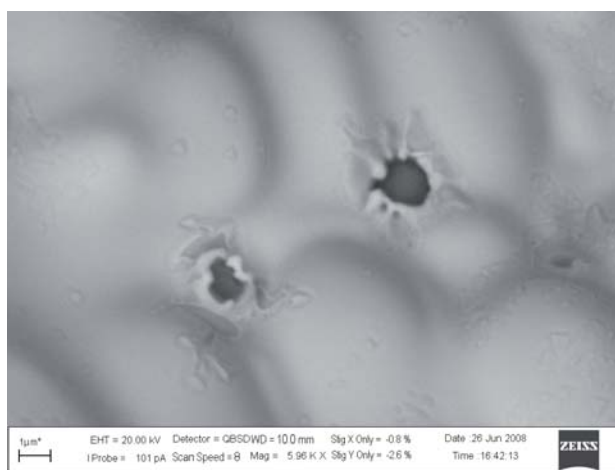
го механизма дефрагментации, становится возможен газоструйный механизм разрушения исходных смесей, что ранее было показано в результате электронномикроскопических исследований (Рис. 2) поверхности тонкой пленки из золота (с толщиной не более 1 мкм), возникающей в процессе лазерной обработки. На ней отчетливо обнаруживаются каналы выхода газовых струй. Диаметр таких каналов лежит в пределах 1 мкм.

Для качественного объяснения процессов извлечения дисперсного и ультрадисперсного золота, сопровождающих лазерную обработку, следует, очевидно, учесть, что величина внутренней энергии смесей определяется энергией поверхностного натяжения исследуемых систем, а также интенсивность ЛИ, при которой они переходят в жидкофазное состояние – от 60 до 450 Вт/см².

Рассмотрим роль сил поверхностного натяжения в наблюдаемых явлениях. В жидком состоянии исследуемые ГС должны подчиняться принципу аддитивности (так называемому, правилу Антонова): $\sigma_{12} = \sigma_1 - \sigma_2$, где σ_{12} , σ_1 , σ_2 – поверхностные натяжения отдельных фаз и их соединений. Проведем анализ краевых углов (углов смачивания) между жидким золотом и остальной расплавленной массой по их электронномикроскопическим изображениям, представленным на рис. 3. Поверхностное натяжение жидкофазного тя-

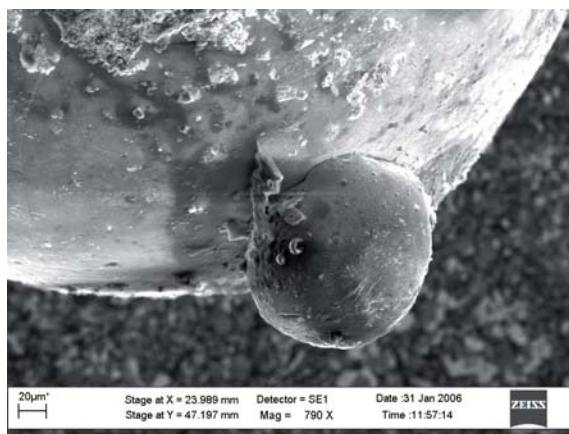


а

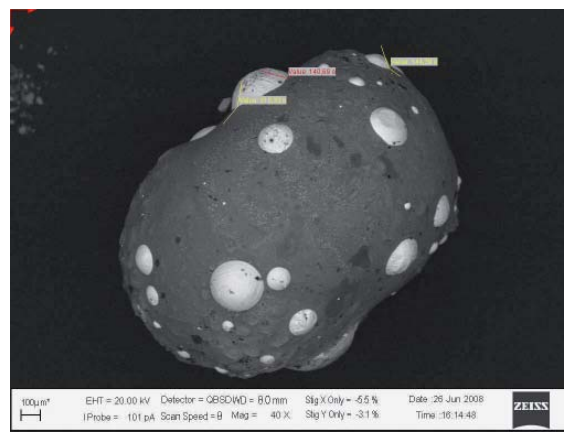


б

Рис. 2. Растровое электронно-микроскопическое изображение поверхности тонкой золотой фольги со следами газоструйного разрыва.



а



б

Рис. 3. Растровое электронное изображение структуры глинистого (а) и тяжелого концентрата (б) золотосодержащего образца после лазерной обработки.

желого концентрата σ_1 (рис. 3, а) лишь незначительно меньше σ_2 для расплава агломерированного золота. В этом случае возникало частичное смачивание, так как краевой угол оказывался несколько меньше $\pi/2$, как это видно из рис. 3, а. В качестве сопутствующей фазы из-за природной распространенности в золотосодержащих системах наиболее широко выступают алюмосиликаты, как это имело место для большинства исследуемых составов, включая и представленные ниже. Их поверхностное натяжение оказывается уже существенно меньше, чем у БМП. Так для лазерных спеков высокоглинистых песков с включениями ультра- и нанодисперсного золота (Рис. 3, б) угол смачивания оказывался значительно больше $\pi/2$. Это вытекает и из сопоставления величин σ_1 и σ_2 : $\sigma_1 \ll \sigma_2$. Сравнения углов смачивания для тяжелого концентрата и высокоглинистых песков дает различие почти в 2 раза, что согласуется с различием величин σ_1 для них. Практически для всех исследованных систем отмечалось формирование четких межфазных границ между продуктами лазерного переплава.

Толщина золотой фольги рис. 2, образующейся при агломерации ультра- и нанодисперсного золота, не превышает нескольких микрон. В соответствии со [10] воспользуемся этим параметром для установления механизма его извлечения, делая выбор двумя возможными типами капиллярных явлений: термокапиллярного и термогравитационно капиллярного. Характерно, что

каждый из них пропорционален градиенту поверхностного натяжения ($\partial\sigma/\partial x$). Превалирующая роль того или иного механизма может быть установлена на основе оценки величины числа Бонда, которое равно отношению чисел Релея и Марангони и легко сводится к выражению: $K_{\text{Бонда}} = \rho g \chi h^4 / \sigma$. Здесь g – ускорение свободного падения, χ – температуропроводность, h – толщина слоя и σ – поверхностное натяжение среды. Оценка величины этого числа с учетом известных значений ρ , g , χ , σ и опытно наблюдаемых данных по толщине фольги (составляющей не более нескольких мкм) оказывается существенно меньше единицы. На этой основе можно заключить, что в процессе лазерной агломерации ультра- и нанодисперсного золота (не исключено, что и других БМП) вносит именно термокапиллярный механизм, как это доказано в работах [11, 12].

Таким образом, во всех случаях лазерной обработки имеет место последовательность вышеуказанных процессов: дефрагментации (дезинтеграции), извлечения дисперсного и ультрадисперсного золота и лазерной агломерации. Агломерация, так называемая коалесценция, по сути выступает в качестве завершающего результата действия градиента силы поверхностного натяжения, когда движение дисперсных и ультрадисперсных частиц золота к поверхности оплавления сопровождается их равномерной агломерацией, вплоть до формирования реально наблюдаемой тонкой фольги, как это видно из рис. 2 и рис. 3.

Библиографический список

1. Hough R.M., Noble R.R.P., Reich M. Natural gold nanoparticles // J. our. Ore Geology. № 42. 2011. С. 55 – 61.
2. Чернышов Н.М., Абрамов В.В., Кузнецов В.С. К вопросу о выборе технологий обогащения и извлечения благородных металлов из железистых кварцитов, черных сланцев и продуктов их переработки // Выпуск №2. Вестник ВГУ, Серия: Геология 2009. С. 110 – 122.
3. Чантурия В.А. Современные проблемы обогащения минерального сырья в России // Горн. журн. дек. 2005.
4. Ernest H. Nickel An Unusual Occurrence of Pd, Pt, Au, Ag and Hg Minerals // The Canadian Mineralogist. №Vol. 40, 2002. Pp. 419-433.
5. Cabral A. Rafael. Lehmann B., Kwitko R., Jones P.D., Pires F.R.M., Rocha Filho O.G., Innocentini M.D. Palladium-oxygenated compounds of the Gongo Soco mine, Quadrilatero Ferrifero, central Minas Gerais, Brazil // Miner. Mag. №65, Выпуск 2. 2001. С. 169 – 179.
6. Леоненко Н.А., Кузьменко А.П., Силютин И.В., Рассказов И.Ю., Секисов Г.В., Гурман М.А., Капустина Г.Г., Швеиц И.Л. Способ извлечения золота из золотосодержащего высокоглинистого минерального сырья Патента РФ 2413779 от 07.10. 2010. С22В11/02, В2 // Патента РФ 2413779 от 07.10. 2010. С22В11/02, В2. 2010. Оpubл. 10.03.2011, Бюл. №7.
7. Харанжевский Е.В., Костенков С.Н. 2D моделирование переноса лазерного излучения в дисперсных металлических порошковых средах // Вестник Удмуртского университета. Физика. Химия. 2012. С. 33 – 43.
8. Жоанов В.П. Скорость химической реакции. Новосибирск: Наука, 1986. 101 с.
9. Карлов Н.В., Кириченко Н.А., Лукьянчук Б.С. Лазерная термодинамика. М.: Наука, 1992. 296 с.
10. Термокапиллярный механизм извлечения и лазерная агломерация дисперсного золота из минеральных и техногенных комплексов / Кузьменко А.П. Рассказов И.Ю., Леоненко Н. А., Капустина Г.Г., Силютин И. В., Ли Цз., Кузьменко Н. А., Храпов И. В. // ФТПРПИ. 2011. № 6. С. 131 – 143.
11. Кузьменко А.П., Леоненко Н.А., Харченко В.И., Кузьменко Н.А., Силютин И.В., Храпов И.В. Термокапиллярный механизм лазерной агломерации ультрадисперсного и коллоидно-ионного золота // Письма в ЖТФ. №35, Выпуск 18. 2009. С. 1 – 11.
12. Капустина Г.Г., Леоненко Н.А. Физическая модель агломерации дисперсных благородных металлов при лазерном воздействии // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов : межвуз. сб. науч. тр. / под общей редакцией В.М. Самсонова, Н.Ю. Сдобнякова. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. Вып. 4. С.115-121.

References

1. Hough R.M., Noble R.R.P., Reich M. Natural gold nanoparticles // J. our. Ore Geology. № 42. 2011. Pp. 55 – 61.
2. Chernyshov N.M., Abramov V.V. Kuznetsov V.S. On the selection of enrichment and recovery of precious metals from the ferruginous quartzite, black shales and their products // Issue number 2. Herald VSU Series: Geology 2009. Pp. 110 – 122.
3. Chanturia V.A. Modern problems of mineral resources in Russia // Horn. journal. - December. 2005.
4. Ernest H. Nickel An Unusual Occurrence of Pd, Pt, Au, Ag and Hg Minerals // The Canadian Mineralogist. № Vol. 40. 2002. Pp. 419-433.
5. Cabral A. Rafael. Lehmann B., Kwitko R., Jones P.D., Pires F.R.M., Rocha Filho O.G., Innocentini M.D. Palladium-oxygenated compounds of the Gongo Soco mine, Quadrilatero Ferrifero, central Minas Gerais, Brazil // Miner. Mag. №65, Выпуск 2. 2001. Pp. 169 – 179.
6. Leonenko N.A., Kuzmenko A.P., Silyutin I.V., Tales I.Y., Sekisov G.V., M.A. Gourmet, Kapustin G.G., Shvets I.L. method of extracting gold from gold-bearing minerals vysokoglinistogo RF Patent 2413779 from 07.10. 2010. S22V11/02, B2 // RF Patent 2413779 from 07.10. 2010. S22V11/02, B2. 2010. Publ. 10.03.2011, Bull. Number 7.

7. *Haranzhevsky E.V., Kostenkov S.N.* 2D modeling of the transport of laser radiation in the dispersed metal powder media // Bulletin of Udmurt University. Physics. Chemistry. 2012. Pp. 33 - 43.
 8. *Zhdanov V.P.* The chemical reaction rate. Novosibirsk: Nauka, 1986. 101 p.
 9. *Karlov N.V., Kirichenko N.A., Lukyanchuk B.S.* Laser thermochemistry. Moscow: Nauka, 1992. 296 p.
 10. *Kuzmenko A.P., I.Y. Stories, Leonenko N.A., Kapustin G.G., Silyutin I.V., Lee Tsz., Kuzmenko N.A., Hrapov I.V.* Thermocapillary mechanism of extraction and laser sintering of dispersed gold and industrial mineral complexes // FTPI. 2011. № 6. Pp. 131 - 143.
 11. *Kuzmenko A.P., Leonenko N.A., Kharchenko V., Kuzmenko N.A., Silyutin I.V., Snoring I.V.* Thermocapillary mechanism of laser sintering of ultrafine and colloidal gold-ion // Technical Physics Letters. № 35. Issue 18. 2009. Pp. 1 - 11.
 12. *Kuzmenko A.P., Khrapov I.V., Dobromyslov M.B.* Processes of de-fragmentation, thermo capillary extraction and agglomeration of ultradis-persed gold from mineral raw materials and technogenic products within laser radiation field // Journal of Nano- and Electronic Physics. 2013. Vol. 5. No. 3. 036056-1 – 036056-4.
 13. *Kapustin G.G., Leonenko N.A.* Physical model of the agglomeration of dispersed noble metals by laser irradiation // Physical and chemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials: Hi. Sat scientific. tr. / Edited by VM Samsonov, NY Sdobnyakova. - Tver: Tver. Reg. University, 2012. Vol. 4. Pp.115-121.
-
-

УДК 519.633.6

UDC 519.633.6

Д.И. МАКСИМОВ

аспирант, кафедра вычислительной математики и информатики, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
E-mail: timonpm@mail.ru

Ю.А. СТЕКОЛЬНИКОВ

кандидат химических наук, профессор, зав. кафедрой защиты растений химии, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
E-mail: chemic57@mail.ru

С.В. ГРИШИН

аспирант, кафедра химии, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина
E-mail: grishin-68@mail.ru

D.I. MAKSIMOV

Graduate student of department of computational mathematics and informatics, Yelets State University
E-mail: timonpm@mail.ru

YU.A. STEKOLNIKOV

Candidate of chemical sciences, professor, head of department of plant protection and chemistry, Yelets State University
E-mail: chemic57@mail.ru

S.V. GRISHIN

Graduate student of department of plant protection and chemistry, Yelets State University
E-mail: grishin-68@mail.ru

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ТЕПЛОВЫЕ ПОЛЯ ТЕПЛОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

PERFORMANCE AND THERMAL FIELDS OF THERMAL CHEMICAL POWER SOURCES

Дан математический анализ теплоизоляционных материалов для тепловых химических источников тока на основе компьютерной модели расчета тепловой защиты. Изучены температурные характеристики электрохимических элементов и определены оптимальные величины толщины теплоизоляционных материалов для различных типоразмеров батарей.

Ключевые слова: химический источник тока, нестационарные тепловые процессы, теплоизоляционные материалы.

The mathematical analysis of heat-insulating materials for thermal chemical sources of current on the basis of computer model of calculation of thermal protection is given. Temperature characteristics of electrochemical elements are studied and optimum sizes of thickness of heat-insulating materials for various standard sizes of batteries are determined.

Keywords: chemical power sources, nonstationary thermal processes, thermal insulation materials.

Введение

Тепловые батареи используются в большинстве современных средств вооружений – от артиллерийских до ракетных систем различного класса – для питания электронных систем. Они обладают высокой удельной энергией и мощностью, сохранностью вне зависимости от климатических условий, высокой устойчивостью при механических и вибрационных нагрузках. Тепловые химические источники тока (ТХИТ) работают на электролитах-расплавах, в которых в недействующем состоянии солевой электролит (смесь хлористых и фтористых солей калия и лития), находясь в твердой фазе, обладает полным отсутствием проводимости. Для приведения ТХИТ в действие (температура $> 340^{\circ}\text{C}$), разработаны специальные пиротехнические средства разогрева электрохимических элементов (тепловые таблетки). Тепловые таблетки на основе тяжелых металлов (Fe, Mo, W и др.) с окислителем перхлоратом калия горят (до 2000°C) в режиме безгазового горения (не выделяют водорода, паров воды), что снимает вопрос о взрывоопасности. Высокие температуры работы электрохимических элементов в ТХИТ требуют разработки эффективных теплоизоляционных материалов, обеспечивающих высокое теплосодержание и минимизацию потерь тепла в окружающую среду, что тем самым повышает работоспособность и время работы, т.е. обеспечивает повышение удельных характеристик [1, 2].

Постановка задачи

Цель работы состоит в разработке оптимальной конструкции теплоизоляции ТХИТ на основе математической модели и компьютерной программы, описывающих нестационарные тепловые процессы в многослойном осесимметричном теле с учетом теплофизических характеристик материалов и геометрических параметров каждой конструкции.

Параметры некоторых теплоизоляционных материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Материал	Коэффициент теплопроводности (Вт/см · °С)	Удельная теплоемкость (Дж/г · °С)	Плотность (г/см ³)
Асбест	0,0028	1,000000	1,00
Стекло-текстолит	0,0030	1,200000	1,75
Картон-Н	0,0016	1,280000	0,35
АТМ-17	0,0011	0,833333	0,60

Отметим, что два новых теплоизоляционных материала «Картон-Н» и «АТМ-17» созданы на ОАО «Энергия» на основе оригинальных рецептов и технологии картонного литья.

В таблице 2 представлены геометрические параметры ТХИТ, над которыми проводились исследования.

Таблица 2.

Тип батареи	Размеры (мм)
БТ-8	Ø28,5 x 34
БТ-5	Ø35 x 45
БТ-25	Ø50 x 100

Широкая номенклатура ТХИТ требует унификации расчета тепловой схемы работы или же отдельного подхода в каждом конкретном случае.

Анализ используемых теплоизоляционных материалов

Для решения поставленной задачи была разработана математическая модель, основанная на решении краевой нестационарной задачи для уравнения теплопроводности [3].

$$c(r, z) \rho(r, z) \frac{\partial T(r, z, t)}{\partial t} = \lambda(r, z) \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T(r, z, t)}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T(r, z, t)}{\partial z^2} \right].$$

Эта модель была реализована в виде программы для ЭВМ.

Для каждой батареи из таблицы 2 проведен анализ температурного поля электрохимических элементов с использованием теплоизоляционных материалов из таблицы 1. На основании полученных данных построены графики изменения температур электрохимических элементов на границе с изоляцией.

Как видно из графиков, лучшие результаты показывает теплоизоляция из «Картон-Н» и «АТМ-17». Эти материалы снижают потери тепла электрохимических элементов в несколько раз.

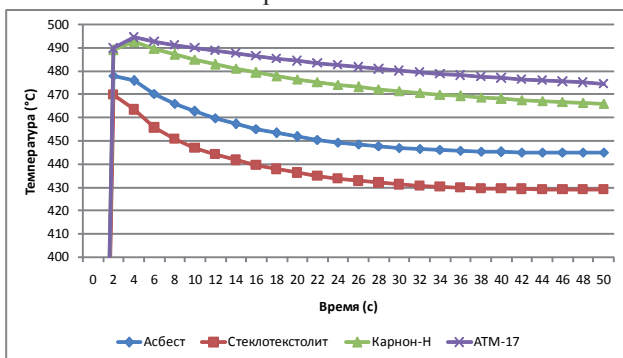


Рис. 1. Изменение температур в батарее БТ-25.

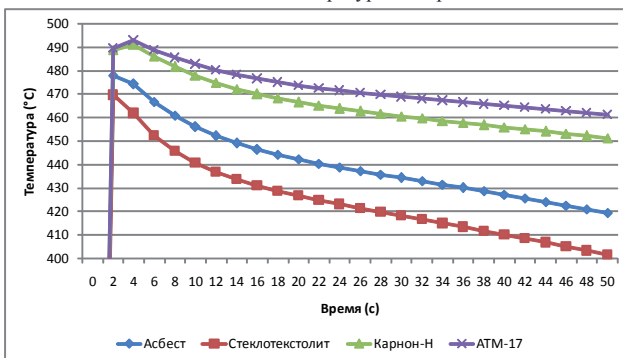


Рис. 2. Изменение температур в батарее БТ-5.

При проектировании ТХИТ не меньшее значение имеет толщина теплоизоляции. Построенная математическая модель позволяет производить исследование

тепловых полей батарей с различной толщиной теплоизоляционных материалов.

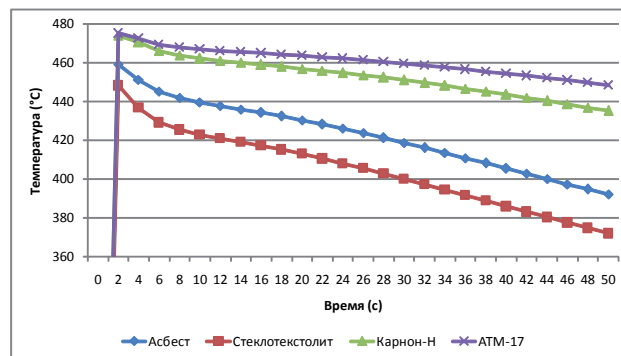


Рис. 3. Изменение температур в батарее БТ-8.

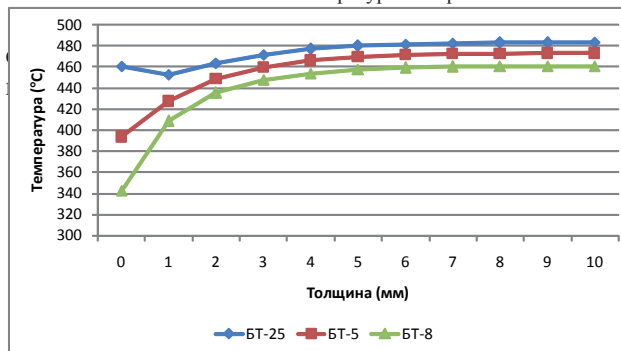


Рис. 4. Зависимость температуры от толщины теплоизоляции «Картон-Н».

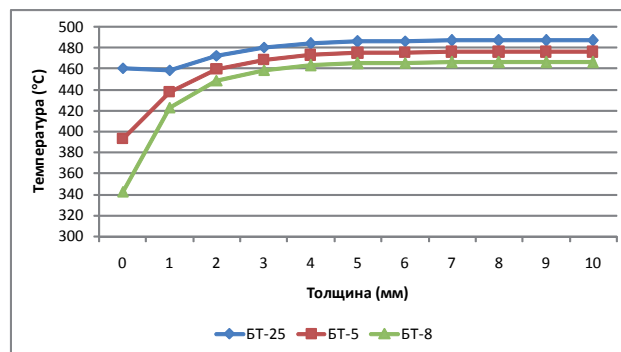


Рис. 5. Зависимость температуры от толщины теплоизоляции «АТМ-17».

Анализируя полученные графики, видно, что оптимальная толщина теплоизоляционных материалов на боковой поверхности ТХИТ составляет 5-7мм. Увеличение значения не имеет смысла, поскольку повышение теплосодержания происходить не будет. Уменьшение значения, наоборот, приводит к потерям тепла.

Заключение

Разработка эффективных теплоизоляционных материалов с оптимизацией их конструкторского исполнения в зависимости от типоразмеров позволяет повысить теплосодержание, снизить потери тепла в несколько раз и тем самым увеличить время работы батарей. Математическое моделирование позволяет обеспечить оптимальный температурный режим, минимальную потерю тепла в окружающую среду при минимальном объеме батареи. Оно позволяет оптимизировать все технологические операции изготовления как отдельных деталей (сборочных единиц), так и батареи в целом с учетом тепловой защиты.

Библиографический список

1. Гришин С.В. Перспективы использования новых материалов в тепловых источниках тока ОАО «Энергия». // Международный сборник научных трудов «Взаимодействие науки и бизнеса», Елец, 2014. С. 94-105.
2. Денискин Л.Г. Резервные тепловые источники тока. Этапы развития и перспективы. // Сб. тр. «Перспективы развития и применения химических источников тока», Елец: Изд-во ОАО «Энергия», 2011. С. 4-9.
3. Максимов Д.И., Стекольников Ю.А., Волобуев С.В. Тепловой баланс резервного источника тока // Сб. науч. тр. «Актуальные вопросы образования и науки»: в 14 частях (часть 6); М-во обр. и науки РФ. Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2014. С. 65-67.

References

1. Grishin S.V. Prospects for the use of new materials in thermal power sources JSC «Energiya». // International collection of scientific papers «Interaction of Science and Business», Yelets, 2014. Pp. 94-105.
 2. Deniskin L.G. Денискин Л.Г. Backup heat sources current. Stages of development and prospects. // Proceedings of the «Prospects for the development and application of chemical power sources», Yelets: JSC «Energiya», 2011. Pp. 4-9.
 3. Maksimov D.I., Stekolnikov YU.A., Volobuev S.V. Thermal balance of power backup source // Proceedings of the «Actual issues of education and science»: 14 parts (part 6), Tambov: TRGNO «Business-Science-Society», 2014. Pp. 65-67.
-
-

УДК 620.17.051

UDC 620.17.051

В.Г. МАЛИНИН

доктор физико-математических наук, профессор,
зав. кафедрой динамики и прочности машин, Госуниверситет – УНПК

Н.А. МАЛИНИНА

доктор технических наук, профессор, кафедра динамики и прочности машин, Госуниверситет – УНПК

Д.В. МАВЛЮБЕРДИНОВ

аспирант, кафедра динамики и прочности машин, Госуниверситет – УНПК

Д.К. ПЕТРОВ

аспирант, кафедра динамики и прочности машин, Госуниверситет – УНПК

V.G. MALININ

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor,
the head of the department "Dynamics and strength of machines", State University – ESPC

N.A. MALININA

D.V. MAVLYUBERDINOV

Graduate student of the department "Dynamics and strength of machines", State University – ESPC

D.K. PETROV

Graduate student of the department "Dynamics and strength of machines", State University – ESPC

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛИРУЕМОГО СЛОЖНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

UNIVERSAL TEST MACHINE FOR INVESTIGATION MATERIAL UNDER CONTROLLED COMPLEX LOAD AND HIGH HYDROSTATIC PRESSURE

В статье рассмотрена разработанная авторами конструкция универсального стенда, позволяющего проводить испытания в условиях контролируемого сложного напряженного состояния в цилиндрических образцах при одновременном действии высокого гидростатического давления до 500 МПа, что позволяет моделировать технологические процессы производства деталей машиностроения и совершенствовать их.

Ключевые слова: совершенствование технологии производства деталей машиностроения, сложное напряженное состояние, механические испытания материалов, высокое гидростатическое давление.

The paper presents the design of the universal test machine, that was worked out by the authors, for investigation of the material under controlled complex load and high hydrostatic pressure up to 500 MPa. This test machine allows to simulate the production processes of the machine parts and to improve those processes.

Keywords: improvement of machine parts production technology, complex load; mechanical investigation of materials, high hydrostatic pressure.

Моделирование производственных процессов является важным элементом совершенствования технологии изготовления деталей машиностроения. Это позволяет существенно снизить себестоимость получаемой продукции, и, соответственно, получить конкурентное преимущество производителю запасных частей машин и агрегатов. Кроме того, перед машиностроением всегда стоит вопрос, как из более дешевого сырья получить детали, имеющие эксплуатационные свойства, аналогичные деталям из более дорогих материалов. Одним из способов ответить на эти вопросы является создание стендов для моделирования технологических процессов, которые позволяют изменять вид напряженного состояния в испытываемых образцах и, тем самым, воспроизводить и исследовать процессы, происходящие в материале детали в процессе ее производства.

Подобные универсальные стенды должны создавать в исследуемых образцах наиболее общий случай напряженно деформируемого состояния, путем одновременного действия высокого гидростатического давления, осевой силы и крутящего момента в тонкостенных цилиндрических оболочках. Тем самым реализовывая в образце трехосное напряженное состояние, главные значения которого можно изменять в широ-

ком диапазоне. В [2] найдено соответствие между параметрами вида напряженного состояния (параметром Лодэ и жесткости напряженного состояния), которые возможно создавать на рассматриваемом оборудовании, и технологическим процессами, возникающими при обработке металлов давлением. А в статье [3] тех же авторов, по результатам моделирования на стенде, даны рекомендации по увеличению ресурса пластичности при волочении стальных проволок из различных материалов. Таким образом, моделирование позволяет существенно углубить понимание процессов, происходящих при механической обработке материалов, экономить время и ресурсы на их исследование, а также получать существенный практический результат.

Созданные универсальные стенды, позволяющие проводить испытания в условиях высокого гидростатического давления в условиях сложного напряженного состояния, можно [2] разделить на следующие типы:

1. Универсальные стенды с независимым источником давления [4].
2. Универсальные стенды «прямого действия» [1,2,6].

Преимуществом универсальных стендов с независимым источником давления является простота конструк-

ции сосуда высокого давления, отсутствие колебаний давления в процессе нагружения. Однако универсальные стенды данного типа имеют низкую производительность и позволяют создавать давление внутри камеры до 1000 МПа.

В универсальных стендах «прямого действия» существенно усложняется конструкция сосуда высокого давления и универсального стенда в целом. Как отмечают авторы [2], универсальные стенды данного типа имеют высокую производительность и позволяют кроме механических испытаний образцов производить гидроэкструзию металлов.

Перечисленные стенды не оборудованы системой автоматизации процесса нагружения, отсутствие которой не позволяет проводить исследования при произвольных главных значениях тензора напряжений, значения которого определяются действующим гидростатическим давлением, осевой силой и крутящим моментом. Внедрение средств современной промышленной автоматизации и фиксация измерений с помощью ЭВМ позволит управлять процессом нагружения посредством контроля над перечисленными параметрами и таким образом более корректно осуществлять моделирование напряженно деформированного состояния деталей машиностроения.

Созданный авторами данной статьи универсальный стенд позволяет проводить испытания материалов в

автоматическом режиме по управляемым ЭВМ траекториям нагружения, крутящего момента и осевой силы в условиях гидростатического давления, а также выводить и записывать измерения на ЭВМ. Данный универсальный стенд, показанный на рисунке 1, относится к стендам с независимым источником давления, что связано с простотой конструкции и дешевизной в изготовлении деталей для стендов данного типа. Стенд состоит из основания 1 – стандартная универсальная машина на кручения образцов КМ-50. На нее был смонтирован силовой контур, состоящий из двух силовых плит 2 и 3, соединяемых при помощи колонн 4. На нижней силовой плите 2 находится цилиндр высокого давления 5, закрепленный с помощью двух суппортов 16. Крутящий момент создается механизмом кручения 6, приводом которому служит электродвигатель 7, который передается через муфту на нижний шток 9 соединений с нижней головкой образца. На верхней силовой плите 3 находится механизм осевого нагружения, в качестве которого был выбран гидроцилиндр 10, входящий в состав гидравлического привода низкого давления 11. Шток гидроцилиндра соединен с верхним штоком 8. Управление штоком гидроцилиндра 12 осуществляется при помощи пропорционального гидрораспределителя 13. Гидростатическое давление в цилиндре высокого давления 5 создается от независимого источника при помощи мультипликатора 14, входящего

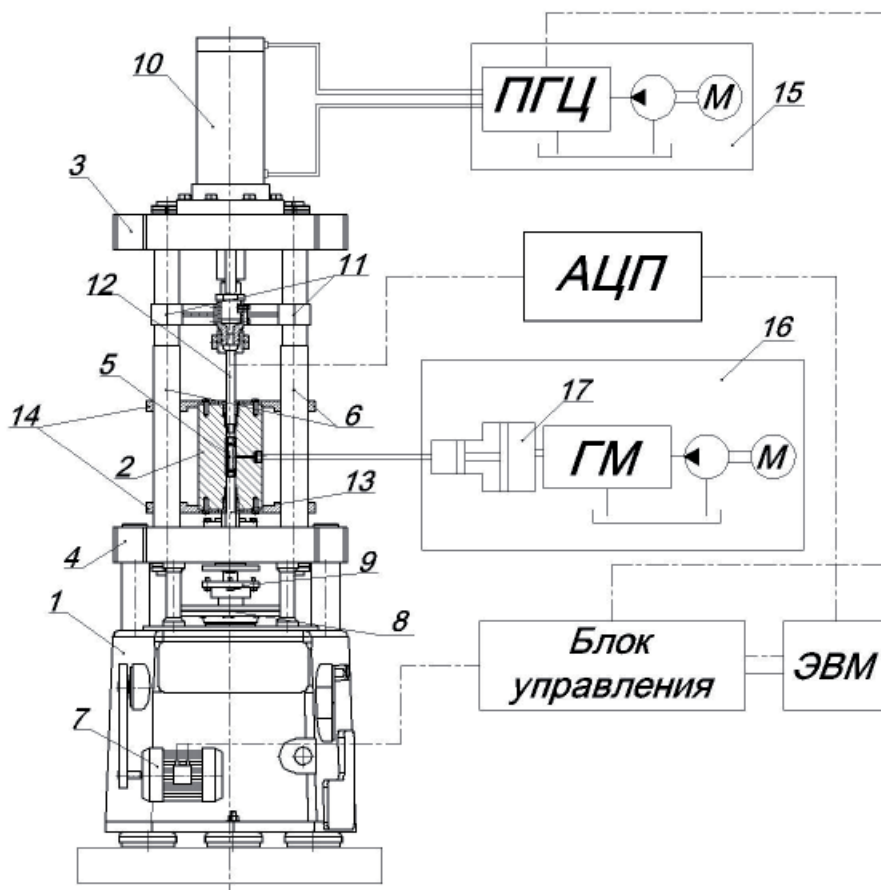


Рис. 1. Схема универсального стенда [5].

в состав гидравлического привода высокого давления 15. Нагружение образца 17 осевой силой и крутящим моментом осуществляется при помощи управляющего ЭВМ 18.

Схема контрольно-измерительной аппаратуры представлена на рисунке 2. Для фиксации осевых перемещений используется самодельный датчик в виде равносопротивляющейся балки, на поверхность которой приклеивается тензомост. Данный датчик получил хорошую апробацию в лабораториях под руководством Малинина В.Г. При деформации балки происходят изменения сопротивления измерительного тензорезистора в мосту, в измерительной диагонали моста возникает ток, по величине которого и судят о величине осевого перемещения верхнего штока. Калибровка данного датчика производилась с помощью набора концевых мер.

Датчики размещаются на специальных кронштейнах, которые крепятся к раме универсального стенда. Так как жесткость образца намного меньше жесткости закаленных верхнего и нижнего плунжера, то измерение перемещений и углов закручивания можно производить по перемещениям плунжеров.

Фиксация угла закручивания образца осуществляется энкодером типа ЛИР-158А по перемещению нижнего плунжера.

Одной из особенностей данного универсального стенда является способ измерения усилий, которые производятся внутри цилиндра (камеры) высокого давления, что позволяет исключить силы трения из результатов измерения. Для этого на нижней части верхнего плунжера, помещаемой непосредственно в камеру, наклеено два тензометрических моста.

В качестве блока фиксации измерений было решено использовать прибор фирмы National Instruments USB 6008. Данная плата имеет 8 каналов обработки аналогового сигнала, 2 аналоговых выхода, 8 аналоговых входа/выхода для подключения цифровых датчиков.

Уплотнения рабочей жидкости, в качестве которой используется техническое касторовое масло, внутри цилиндра высокого давления 5 работают по принципу некомпенсированных площадей, и достаточно полно описаны в [1].

Для осуществления экспериментов образец 17 соединяется с верхним плунжером высокого давления 8. Затем конструкцию помещают в цилиндр высокого давления 5. После этого образец фиксируют в нижнем захвате, которым является нижний плунжер высокого давления 9. Далее присоединяют верхний плунжер высокого давления 8 к гидроцилиндру 10. Включают насос гидравлического привода низкого давления 11, таким образом происходит фиксация положения штока гидроцилиндра 12. Затем создают мультипликатором 14 заданное гидростатическое давление. Рабочая жидкость заполняет цилиндр высокого давления 5, в результате чего нагнетается требуемое давление.

Нагружение образца 17 осевым усилием происходит перемещением верхнего плунжера высокого давления 8, жестко связанного со штоком гидроцилиндра 12, вверх. Для этого в управляющей ЭВМ 18 вводят требуемое значение напряжений или перемещений образца в зависимости от режима нагружения. Сигнал от управляющей ЭВМ поступает на пропорциональный гидрораспределитель 13. Нагружение крутящим моментом происходит аналогичным образом

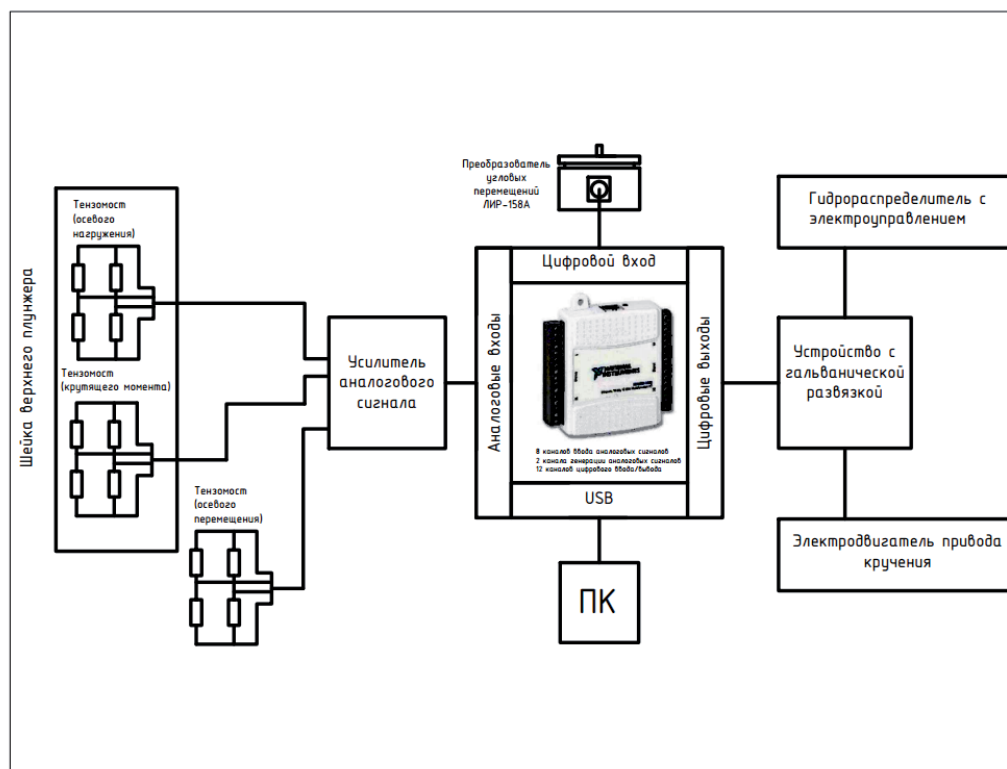


Рис. 2. Схема контрольно-измерительного оборудования универсального стенда.

– в управляющей ЭВМ 18 вводится требуемое значение касательных напряжений или угловой деформации. Сигнал от управляющей ЭВМ 18 включает или выключает электродвигатель 7. Обратной связью, в зависимости от режима нагружения (жесткий или мягкий режим нагружения), могут выступать тензометрические датчики деформаций или напряжений.

Задаваемые значений крутящего момента и осевой силы (или угла закручивания и осевого перемещения) определяют главные компоненты тензора напряжения, вычисляемые по формулам:

$$\sigma_{1,3} = \frac{\sigma_{\delta}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\delta}}{2}\right)^2 + \tau_{kp}^2} - p, \quad (1)$$

$$\sigma_2 = -p$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные значения тензора напряжения, МПа;

σ_p – напряжения от осевой силы, вычисляемые по формуле, МПа:

$$\sigma_p = \frac{N}{2\pi R_{cp} \delta}, \quad (2)$$

N – действующая на образец осевая сила, Н;

R_{cp} – средний радиус поперечного сечения трубчатого образца, м;

δ – толщина стенки трубчатого образца, м;

τ_{kp} – напряжения от крутящего момента, вычисляемые по формуле, МПа:

$$\tau_{kp} = \frac{M_{kp}}{2\pi R_{cp}^2 \delta}, \quad (3)$$

M_{kp} – измеряемый крутящий момент, Нм;

p – гидростатическое давление, действующее на образец, МПа.

Использование в качестве объекта исследования цилиндрической оболочки мотивировано созданием однородного напряженного состояния в материале образца, при одновременном действии крутящего момента и осевой силы.

Таким образом, можно изменять параметры вида напряженного состояния, такой как параметр Лоде:

$$\mu_{\sigma} = \frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \quad (4)$$

и параметр жесткости вида напряженного состояния:

$$k = \frac{\sqrt{2}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3\sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}} \quad (5)$$

в широком диапазоне значений.

Как показано в [2], задавая эти два безразмерных параметра, можно описать пластичность материалов при различных видах обработки металлов давлением.

Выводы

Использование универсального стенда позволяет выполнять в автоматическом режиме нагружение трубчатых образцов в условиях сложного напряженного состояния при гидростатическом давлении до 500 Мпа. Это дает возможность проводить более полные и корректные исследования процессов пластической деформации и разрушения, прогнозировать и управлять формированием качества изделий, получаемых обработкой металлов давлением, а также повышать эффективность технологических процессов изготовления деталей машиностроения.

Библиографический список

1. Береснев Б.И. Пластичность и прочность твердых тел при высоких давлениях. / Б.И. Береснев, Е.Д. Мартынов, К.П. Родионов, Д.К. Булычев, Ю.Н. Рябинин. Издательство «Наука», 1969. 161 с.
2. Богатов А.А. Ресурс пластичности металлов при обработке давлением. / А.А. Богатов О.И. Мижирицкий, С.В. Смирнов. М.: Металлургия, 1984. 144 с.
3. Богатов А.А. Влияние гидростатического давления на пластичность при малоциклового усталости металлов. / А.А. Богатов, В.Л. Колмогоров, О.И. Мижирицкий, В.Ф. Шишминцев // Физика металлов и материаловедение. 1979. Выпуск №4. Том 47. С. 854-857.
4. Важенцев Ю.Г. Исследование прочности и пластичности некоторых конструкционных материалов под гидростатическим давлением. Томск, 1976. 89 с.
5. Патент Российской Федерации, МПК G01N3/10. Универсальная испытательная машина для проведения исследований материалов в условиях высокого гидростатического давления. / Малинин В.Г., Малинина Н.А., Мавлюбердинов Д.В., Петров Д.К. №115483.
6. Чурбаев Р.В. Влияние давления на хрупкопластический переход и пластичность металлов при различных скоростях и температурах деформации. Екатеринбург, 1993. 23 с.

References

1. Beresnev B.I. Ductility and strength of solids at high pressures. / B.I. Beresnev, E.D. Martinov, K.P. Rodionov, D.K. Bulichev, U.N. Ryabinin. - Publishing house «Science», 1969. 161 p.
2. Bogatov A.A. Resource plasticity of metals in plastic metal working. / A.A. Bogatov, O.I. Mizhiritsky, C.V. Smirnov - M: Mashinostroenie, 1984. 144 p.
3. Bogatov A.A. The effect of hydrostatic pressure on the ductility at low cycle fatigue of metals [Text] / A.A. Bogatov, V.L. Kolmogorov, O.I. Mizhiritsky, V.F. Shishmintsev // The Physics of Metals and Metallography. 1979. Volume 47, №4. Pp. 854-857.
4. Vagentcev U.G. Investigation of strength and ductility of some constructional materials under hydrostatic pressure. / U.G. Vagentcev. Tomsk, 1976. 89 p.
5. Patent of The Russian Federation, MPC G01N3/10. Universal test machine for investigation material under high hydrostatic pressure. / Malinin V.G., Malinina N.A., Mavluberdinov D.V., Petrov D.C. №115483.
6. Tsurbaev R.V. The effect of pressure on the brittle plastic transition and the plasticity of metals at different speeds and temperatures of deformation. Ekaterenburg, 1993. 23 p.

УДК 532.516.5

UDC 532.516.5

Е.А. МАШКОВ

аспирант, кафедра геометрии и методики преподавания математики, Орловский государственный университет
E-mail: MashkovMath@gmail.com

А.А. МАШКОВ

аспирант, кафедра геометрии и методики преподавания математики, Орловский государственный университет
E-mail: MashkovAMath@gmail.com

Е.А. MASHKOV

Graduate student, Department of Geometry and Math Teaching, Orel State University
E-mail: MashkovMath@gmail.com

А.А. MASHKOV

Graduate student, Department of Geometry and Math Teaching, Orel State University
E-mail: MashkovAMath@gmail.com

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АППРОКСИМАЦИИ ФУНКЦИИ СКОРОСТИ УСТАНОВИВШЕГОСЯ
КРУГОВОГО ДВИЖЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ
НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ**

**SOLVING THE APPROXIMATION PROBLEM OF VELOCITY FUNCTION OF STEADY
CIRCULAR MOTION OF VISCOUS INCOMPRESSIBLE FLUID BY UNKNOWN COEFFICIENT METHOD**

На элементарной задаче гидродинамики проверяется метод приближения к функции скорости в виде алгебраического многочлена. Для нахождения коэффициентов искомого разложения используются граничные условия и условие баланса внутренней и внешней мощностей. Полученное решение сравнивается с результатом, полученным при стандартном аналитическом подходе.

Ключевые слова: теория аппроксимации, гидродинамика, метод неопределенных коэффициентов, баланс мощностей.

The approximation method to representation velocity function as an algebraic polynomial is verified at the elementary hydrodynamics problem. The boundary conditions and the interior and exterior capacity balance are used to find the coefficients of the representation. The gained solution is compared with the result obtained with a standard analytical approach.

Keywords: approximation theory, hydrodynamics, unknown coefficient method, capacity balance.

В учебных пособиях по динамике жидкости основное внимание уделено вопросам нахождения функции движения сплошной среды. Приведено достаточно способов выражения скорости жидкости при различного рода условиях-ограничениях: двумя параллельными пластинами, круговой трубой и т.д. Эти вопросы хорошо изучены и с успехом применяются на практике. Но вновь открывающиеся задачи, не рассматриваемые ранее, могут вообще не иметь аналитического ответа.

В таких случаях прибегают к некоторым способам, позволяющим находить функцию, эквивалентную искомой. Например, для экспериментально полученного набора узлов x_i , $i = 0, 1, \dots, n$ на интервале $[a, b]$ и соответствующих им значений f_i , $i = 0, 1, \dots, n$ разыскивают наилучшее приближение $g(x)$, такое, что определяемое в данном пространстве расстояние $\rho(v(x), g(x)) \rightarrow \min$. Часто аппроксимирующую функцию представляют как алгебраический полином вида $S_n(x) = \sum_{i=0}^n \alpha_i x^i$. Такое разложение дает хорошие результаты даже при $n < 5$ [3].

В данной статье предлагается осуществить иной подход нахождения функции, близкой к искомой. Вместо аппроксимации по набору узлов x_i сетки будем искать такой набор коэффициентов α_i в многочлене $v = \sum_i \alpha_i P_i$, что выполняется условие баланса мощностей внутренних и внешних сил:

$$Int + Ext = 0. \quad (1)$$

Таким образом, задача сводится к нахождению минимума функции Int с уравнениями связи в виде граничных условий.

На примере нахождения закона скорости жидкости между двумя вращающимися цилиндрами сравниваются два подхода: аналитический, приведенный в [1], и вышеописанный. Целью статьи является подтверждение предположения об эквивалентности этих двух методов, что позволяет использовать второй способ в случаях отсутствия полноценного решения аналитическим путем. В связи с возможной трудностью выполнения некоторых процедур в процессе построения $v = \sum \alpha_i P_i$, будет использован пакет математических вычислений Matlab 11, позволяющий запрограммировать весь алгоритм нахождения функции скорости и получить ответ в символьном виде.

Поставим задачу нахождения поля скоростей жидкости при ее круговом движении между двумя вращающимися соосными цилиндрами. Будем предполагать жидкость несжимаемой:

$$\rho_{плот} = \text{const},$$

а ее движение считать установившимся:

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} = 0.$$

Кроме того, будем пренебрегать действием массовых сил

$$\mathbf{F} = 0.$$

Условия задачи наводят на мысль использования цилиндрической системы координат (ρ, φ, z) как самого оптимального способа анализа проблемы.

К условиям выше дополнительно предположим, что траектории всех частиц представляют собой дуги концентрических окружностей, т.е.

$$v_\rho \equiv 0, \quad v_z \equiv 0.$$

В учебнике [1] подробным образом показывается, что вектор скорости определяет всего один компонент $v_\varphi = v_\varphi(\rho)$, т.е.

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} 0 & v_\varphi & 0 \end{bmatrix},$$

и

$$v_\varphi = C_1 \rho + \frac{C_2}{\rho}. \quad (2)$$

Теперь поставим граничные условия прилипания частиц жидкости к стенкам следующим образом (рисунок 1.):

$$\begin{cases} \rho_{\text{внут}} = r, & v_\varphi = V^0 \\ \rho_{\text{внеш}} = R, & v_\varphi = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

где V^0 – круговая скорость вращения внутреннего цилиндра.

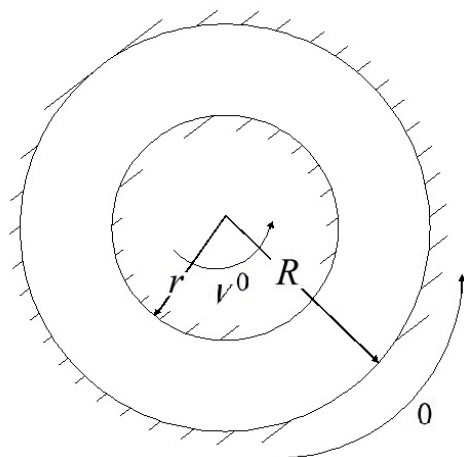


Рис. 1. Схема движения жидкости внутри цилиндров.

Тогда, находя неизвестные C_1 и C_2 , при подстановке в получаем конечное выражение функции скорости движения частиц:

$$v_\varphi = \frac{r}{R^2 - r^2} \left[\frac{R^2 V^0}{\rho} - V^0 \rho \right]. \quad (4)$$

Проверкой правильности полученного результата может служить условие баланса мощности: сумма внешней и внутренней мощностей должна быть равна 0. Алгоритм нахождения этой суммы состоит из нескольких этапов [2]:

1. Определение компонентов тензора скоростей деформаций по формуле Стокса [4]:

$$\frac{1}{2}(\nabla \otimes \mathbf{V} + \mathbf{V} \otimes \nabla) = T_\xi, \quad \xi_{ik} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{H_k} \frac{\partial V_i}{\partial \beta_k} + \frac{1}{H_i} \frac{\partial V_k}{\partial \beta_i} - \frac{1}{H_i H_k} \left[V_i \frac{\partial H_i}{\partial \beta_k} + V_k \frac{\partial H_k}{\partial \beta_i} \right] + 2\delta_{ik} \frac{V_m}{H_m} \frac{\partial \ln H_i}{\partial \beta_m} \right),$$

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 1, & i = k \\ 0, & i \neq k \end{cases},$$

где $\mathbf{V}$ – вектор скорости, ξ_{ik} – компонент тензора напряжений, H_i – коэффициенты Ламе, V_i – компоненты скорости, β_i – ортогональные координаты.

Отметим, что формулы для ξ_{ik} записаны в криволинейных координатах. Тем не менее, выкладки выше осуществлялись с учетом цилиндрической природы координат, поэтому в данном случае следует понимать следующее:

$$\begin{aligned} H_1 &= 1, & H_2 &= \rho, & H_3 &= 1, \\ V_1 &= 0, & V_2 &= v_\varphi, & V_3 &= 0, \\ \beta_1 &= \rho, & \beta_2 &= \varphi, & \beta_3 &= z, \\ & & i, k &= 1, 2, 3. \end{aligned}$$

2. Определение интенсивности сдвиговых скоростей деформаций:

$$H = \sqrt{2\xi_{ij}\xi_{ji}},$$

3. Определение компонентов девиатора напряжений по закону Гука:

$$\begin{aligned} D_\delta &= 2\mu D_\xi, \\ S_{ij} &= 2\mu \xi_{ij}, \end{aligned}$$

где S_{ij} компонент девиатора напряжений.

4. Определение интенсивности касательных напряжений

$$T = \sqrt{\frac{1}{2} S_{ij} S_{ji}}.$$

5. Определение мощности внутренних сил

$$Int = \int_0^{2\pi} \int_r^R 2\mu \xi_{12}^2 \rho d\rho d\varphi. \quad (5)$$

6. Определение мощности внешних сил

$$Ext = \int_0^{2\pi} V^0 2\mu \xi_{12} \rho d\varphi. \quad (6)$$

7. Непосредственная проверка условия баланса мощности (1).

Реализуем описанный выше алгоритм при: $r = 0,025$ см, $R = 0,025 + 10^{-4}$ см, $\mu = 0,032$, $V^0 = 3$.

$$1. \quad T_\xi = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} - \frac{v_\varphi}{\rho} \right) & 0 \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} - \frac{v_\varphi}{\rho} \right) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$2. \quad H = \sqrt{2\xi_{12}\xi_{21}} = \sqrt{2\xi_{12}^2} = \xi_{12},$$

$$3. \quad D_\xi = \begin{bmatrix} 0 & \mu \left(\frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} - \frac{v_\varphi}{\rho} \right) & 0 \\ \mu \left(\frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} - \frac{v_\varphi}{\rho} \right) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

4. $T = \sqrt{\frac{1}{2}(S_{12}S_{21} + S_{21}S_{12})} = \sqrt{S_{12}^2} = S_{12},$
5. $Int = 455,1055,$
6. $Ext = -455,1055,$
7. $Int + Ext = 0$ – верно.

Из полученного выше следует, что аналитически полученная формула удовлетворяет всем условиям.

Аналитическое выражение поля скоростей имеет важный теоретический характер. Но, как было сказано в введении, такой анализ не всегда возможен. Авторами данной статьи предлагается иной инструмент, использующий принципы теории оптимизации. Представим функцию скорости в виде следующего разложения:

$$v_\varphi = \sum_i \alpha_i P_i(x), \quad (7)$$

где $P_i(x)$ – некоторый набор базисных функций, α_i – неизвестные коэффициенты.

Заметим, что в [1] в качестве $P_i(x)$ предлагается использовать ортогональную систему, как наилучший вариант при необходимости приближения. Поэтому будем использовать полиномы Лежандра, определенные на отрезке $[-1, 1]$, такие что: $\int_{-1}^1 P_i(x)P_j(x)dx = 0$, при $i \neq j$.

Критерием оптимальности полученного решения в данном случае будет служить выражение (1). Таким образом, задача построения закона скорости (7) сводится к нахождению таких точек α_i , выполнение условия (1), причем для аппроксимации ограничимся первыми четырьмя полиномами Лежандра.

Выше были описаны этапы алгоритма вычисления величин Int и Ext . Необходимо отметить, что их нахождение представляет определенную трудность, так как в общем случае пределы интегрирования по ρ , представленные в граничных условиях (3), могут не соответствовать области определения полиномов Лежандра. В этом случае целесообразно ввести такую замену независимой переменной x в (5), чтобы обеспечивалось биективное отображение вышеуказанной области изменения переменной ρ на $D_x = [0, 1]$. Это возможно благодаря следующему преобразованию:

$$x = \frac{\rho - r}{R - r}, \quad (8)$$

что позволяет производить интегрирование функции v_φ по любым пределам. В результате получается функция, зависящая от ρ , т.е.

$$v_\varphi = v_\varphi(\rho). \quad (9)$$

Выразив ρ через x в формуле (8), имеем:

$$\rho = (R - r)x + r. \quad (10)$$

Отметим, что если вновь произвести обратное преобразование переменной ρ в записи (9) выражением (10), то получится построенная нами аппроксимирующая функция (7) с независимой переменной x .

При попытке произвести замену в (7) по правилу (8) возникают неудобства: возведение дроби $\frac{\rho - r}{R - r}$ в большие степени. Поэтому вместо этого предлагается найти

выражение интегралов (5), (6) при условии (10), то есть условия зависимости от x .

Тогда, по формуле (8), граничные условия (3) преобразуются в такой вид:

$$\begin{cases} x = 0, & v_\varphi = V^0 \\ x = 1, & v_\varphi = 0 \end{cases}. \quad (11)$$

Теперь рассмотрим компонент тензора напряжений:

$$\xi_{12} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} - \frac{v_\varphi}{\rho} \right).$$

Применим цепное правило для вычисления сложной производной функции $v_\varphi = v_\varphi(\rho)$ с условием $\rho = \rho(x)$ [5]:

$$\frac{\partial v_\varphi}{\partial x} = \frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial x},$$

следовательно,

$$\begin{aligned} \frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} &= \frac{\frac{\partial v_\varphi}{\partial x}}{\frac{\partial \rho}{\partial x}}, \\ \frac{\partial v_\varphi}{\partial \rho} &= \frac{\frac{\partial v_\varphi}{\partial x}}{(R - r)}. \end{aligned} \quad (12)$$

Таким образом, для $\frac{v_\varphi}{\rho}$ имеем:

$$\frac{v_\varphi(\rho)}{\rho} = \frac{v_\varphi(x)}{(R - r)x + r}. \quad (13)$$

Учитывая (9) и (10), получаем:

$$\xi_{12} = \xi_{12}(x) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R - r} \frac{\partial v_\varphi}{\partial x} - \frac{v_\varphi}{(R - r)x + r} \right), \quad (14)$$

Производя соответствующие изменения в (4) и (5), имеем:

$$Int = \int_0^{2\pi} \int_0^1 4\mu \xi_{12}^2 [(R - r)x + r] dx d\varphi, \quad (15)$$

$$Ext = \int_0^{2\pi} 2\mu V^0 \xi_{12}(r) r d\varphi. \quad (16)$$

Теперь условимся считать, что функция (7) зависит не только от x , но и от коэффициентов α_i , т.е.:

$$v_\varphi = v_\varphi(x, \alpha_i). \quad (17)$$

Вследствии этого формула (15) будет представлена следующим образом:

$$f = Int(\alpha_i). \quad (18)$$

Заметим, что зависимость (18) только от α_i объясняется тем, что интегрирование в (15) производится исключительно по x .

Граничные условия (11) при требовании (17) преобразуются в следующий вид:

$$\begin{cases} \alpha_1 - \frac{1}{2}\alpha_3 = V^0 \\ \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 0. \end{cases}, \quad (19)$$

Исходя из вышеописанного следует, что задача нахождения разложения (7), при котором выполняются условия (1) и (11), сводится к проблеме нахождения

условного экстремума функции многих переменных (18) с уравнениями связи (19). Критерием оптимальности полученного решения $\alpha = (\alpha_i)$ будет служить все то же условие баланса мощности (1).

Задача нахождения условного минимума функции (18) раскрывает, в свою очередь, проблему трудоемкости его поиска, поскольку при использовании первых четырех полиномов Лежандра в разложении (7) количество слагаемых в (18) превышает 20 штук. В связи с этим предлагается использовать специальное ПО, позволяющее за некоторое количество итераций найти этот экстремум. С подобными задачами хорошо справляется пакет математических вычислений Matlab 11.

Встроенная функция `fmincon` программы Matlab 11 позволяет производить минимизацию любой функции при наличии даже нелинейных ограничений – проще говоря, производить поиск условного минимума численными методами [6].

Обращение к функции `fmincon` выглядит следующим образом:

$\alpha = \text{fmincon}(\text{fun}, \alpha_{\text{start}}, A, b, Aeq, beq)$,

здесь: α – выполнения минимизации, т. е. вектор $\alpha = (\alpha_i)$;

fun – исследуемая на условный минимум функция;

α_{start} – стартовая точка поиска решения;

A, b – линейные условия – неравенства, записанные в виде матриц;

Aeq, beq – линейные условия – равенства в виде матриц.

В нашем случае под параметром fun мы понимаем функцию (18), $\alpha_{\text{start}} = (1, 1, 1, 1)$, A, b пропускаем, так как условий – неравенств у нас не имеется, и, записывая

условия (19) в матричной форме, имеем:

$$Aeq = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -\frac{1}{2} & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, beq = \begin{pmatrix} V^0 \\ 0 \end{pmatrix};$$

Обращаясь к функции `fmincon` со всеми приведенными выше выкладками, буквально за 10-15 секунд (6 итераций) получаем искомый набор α_i :

$$\alpha_1 = 3,0020, \quad \alpha_2 = -3,0060, \quad \alpha_3 = 0,0040, \quad \alpha_4 = 0.$$

При подстановке этих значений в условие (1) получается тождество, что говорит о верности полученного решения. Граничные условия (19) при таких коэффициентах также выполняются.

Построим графики функций, полученных двумя вышеописанными методами (рисунок 2). В качестве участвующих параметров возьмем те же значения: $r = 0,025$ см, $R = 0,025 + 10^{-4}$ см, $\mu = 0,032$, $V^0 = 3$.

Сравнение графиков функций (4) и (7) с условием полученных коэффициентов и формулы (10), наглядно доказывает эквивалентность описанных в статье способов (рисунок 2). Таким образом, задача нахождения функции скорости полностью решена представленным в данной статье методом.

Проведенный выше анализ позволяет предположить, что представленный метод аппроксимации вполне пригоден и для других физических проблем, где в качестве критерия оптимальности будет служить закон сохранения энергии. Дальнейшая работа авторов статьи состоит в применении описанного способа приближения для случая зависимости искомой функции от нескольких независимых переменных.

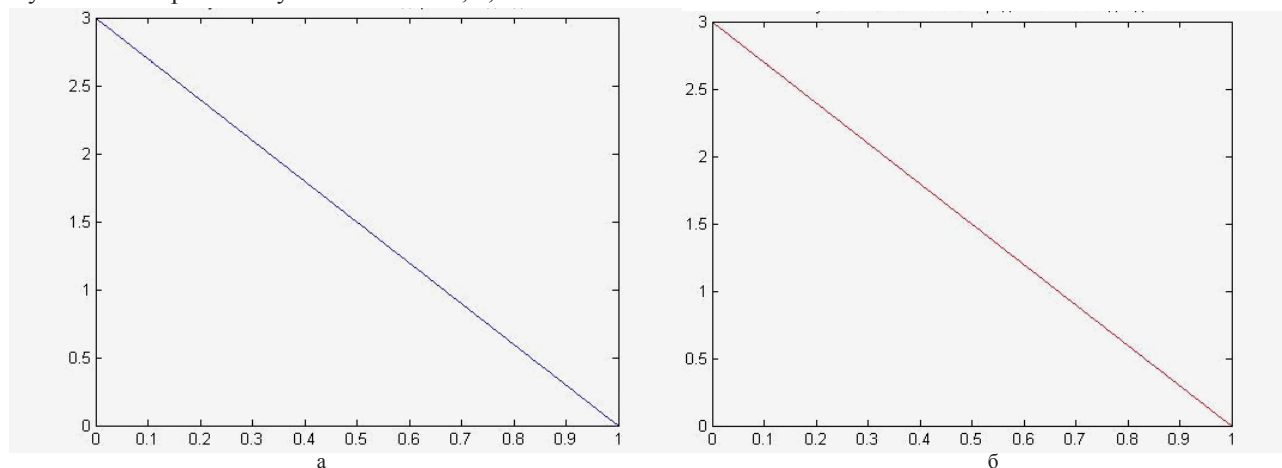


Рис. 2. а) изображение функции скорости с использованием аналитического подхода; б) с использованием предложенного метода.

Библиографический список

1. Лаптев Г.Ф. Элементы векторного исчисления. М.: Главная редакция физ-мат. литературы, 1975. 338 с.
2. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. 520 с.
3. Шарый С.П. Курс вычислительных методов. Новосибирск: Институт вычислительных технологий СО РАН, 2013. 497 с.
4. Кучеряев Б.В. Механика сплошных сред (Теоретические основы обработки давлением композитных металлов). Учебник для вузов. М.: «МИСИС», 2000. 320 с.
5. Лузин Н.Н. Дифференциальное исчисление. М.: Государственное издательство «Высшая школа», 1961. 479 с.
6. Наместников С.М. Основы программирования в MatLab. Сборник лекций. Ульяновск: УлГТУ, 2011. 55 с.

References

1. *Laptev G.F.* Elements of vector calculus. Moscow: The main redaction of phys-math literature, 1975. 38 p.
 2. *Slezkin N.A.* Dynamics of viscous incompressible fluid. Moscow: State publishing office of technically- theoretical literature, 1955. 520 p.
 3. *Shariy. S.P.* The course of calculative technology. Novosibirsk: Institute of information technologies SO RAN, 2013. 497 p.
 4. *Kucheryaev B.V.* Mechanics of solid environment (Theoretical fundamentation of composite metal processing by pressure). Textbook for universities. Moscow: "MISIS", 2000. 320 p.
 5. *Lusin N.N.* Differential calculus. Moscow: State publishing office "Vishaya shkola", 1961. 479 p.
 6. *Namestnikov S.M.* The Matlab programming foundations. The lecture course. Ulyanovsk: UIGTU, 2011. 55 p.
-

УДК 517.98

UDC 517.98

С.Н. МИШИН

кандидат физико-математических наук, доцент,
кафедра геометрии и методики преподавания
математики, Орловский государственный уни-
верситет
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

S.N. MISHIN

Candidate of physical and mathematical sciences, associ-
ate professor, Department of Geometry and Methods of
Teaching Mathematics, Orel State University
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

ПОРЯДОК И ТИП СУММЫ И ПРОИЗВЕДЕНИЯ КОММУТИРУЮЩИХ ОПЕРАТОРОВ

THE ORDER AND TYPE OF SUM AND PRODUCTION OF COMMUTATING OPERATORS

Найдены формулы, выражающие характеристики (порядок и тип) суммы и произведения коммутирующих операторов через характеристики данных операторов. Установлена связь между характеристиками (порядком и типом) левого обратного или правого обратного оператора и характеристиками данного оператора.

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

The formulae evaluating characteristics (order and type) of sum and production of commuting operators by means of characteristics of given operators are found. Also a connection between characteristics (order and type) of left-inverse and right-inverse operator and characteristics of given operator is established.

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

Пусть $\mathbf{H}$ – отделимое локально выпуклое пространство над полем комплексных чисел, топология которого задается мультиинормой $\{\|\cdot\|_p\}$, $p \in \mathbf{P}$. Пусть оператор $A: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ имеет порядок $\beta(A)$ и тип $\alpha(A)$, а оператор $B: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$, коммутирующий с A , – порядок $\beta(B)$ и тип $\alpha(B)$. Установим связь порядка и типа оператора $A+B$ с порядками и типами операторов A и B . Для определенности будем считать $\beta(B) \geq \beta(A)$, а в случае $\beta(B) = \beta(A)$ будем считать $\alpha(B) \geq \alpha(A)$.

Теорема 1. Если оператор $A: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ имеет порядок $\beta(A)$ и тип $\alpha(A)$, а оператор $B: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ коммутирующий с A , – порядок $\beta(B) > \beta(A)$ и тип $\alpha(B)$, то оператор $(A+B): \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ имеет порядок $\beta(A+B) = \beta(B)$ и тип $\alpha(A+B) = \alpha(B)$.

Доказательство.

□ Обозначим $a = \alpha(A)e^{\beta(A)}$, $b = \alpha(B)e^{\beta(B)}$. Т.к. по условию $AB=BA$, то

$$(A+B)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} A^{n-k} B^k.$$

Из определения порядка и типа оператора имеем

$$\forall \varepsilon > 0, \forall p, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall n, \forall x \in \mathbf{H}:$$

$$\begin{aligned} \|(A+B)^n x\|_p &\leq \\ &\leq C_p \left[(a+\varepsilon)^n n!^{\beta(A)} + \binom{n}{1} (a+\varepsilon)^{n-1} (b+\varepsilon)(n-1)!^{\beta(A)} 1!^{\beta(B)} + \dots + \right. \\ &\quad \left. + \binom{n}{n-1} (a+\varepsilon)(b+\varepsilon)^{n-1} 1!^{\beta(A)} (n-1)!^{\beta(B)} + (b+\varepsilon)^n n!^{\beta(B)} \right] \|x\|_q \leq (1) \\ &\leq C_p (b+\varepsilon)^n n!^{\beta(B)} \left[1 + \binom{n}{1} \left(\frac{a+\varepsilon}{b+\varepsilon} \right) 1!^{\beta(A)} + \binom{n}{2} \left(\frac{a+\varepsilon}{b+\varepsilon} \right)^2 2!^{\beta(A)} + \dots + \binom{n}{n} \left(\frac{a+\varepsilon}{b+\varepsilon} \right)^n n!^{\beta(A)} \right] \|x\|_q. \end{aligned}$$

где $v = \beta(A) - \beta(B)$. Из неравенства (1) следует, что оператор $A+B$ имеет порядок.

Пусть $\beta(B) > \beta(A)$ ($v < 0$). Тогда выражение в квадратных скобках в (1) ограничено (факториал растет на бес-

конечности быстрее биномиальных коэффициентов и показательной функции) и, следовательно, $\beta(A+B) \leq \beta(B)$.

С другой стороны,

$$\beta(B) = \beta(A+B-A) \leq \max\{\beta(A+B), \beta(A)\} = \beta(A+B)$$

(с учетом неравенства $\beta(B) > \beta(A)$). Таким образом, $\beta(A+B) = \beta(B)$.

Далее из (1) следует $\alpha(A+B) \leq \alpha(B)$. С другой стороны,

$$\alpha(B) = \alpha(A+B-A) \leq \alpha(A+B),$$

так как $\beta(A+B) = \beta(B) > \beta(A)$. То есть $\alpha(A+B) = \alpha(B)$. ■

Если же $\beta(B) = \beta(A)$ ($v = 0$), то выражение в квадратных скобках в (1) равно

$$\left(1 + \frac{a+\varepsilon}{b+\varepsilon} \right)^n$$

и по-прежнему выполняется оценка $\beta(A+B) \leq \beta(B)$, но при этом может иметь место строгое неравенство $\beta(A+B) < \beta(B)$ (так будет, например, если оператор A имеет конечный порядок и $B = -A$). В этом случае тип оператора $A+B$ может быть любым.

Если же при $\beta(B) = \beta(A)$, $\beta(A+B) = \beta(B)$, то для типа оператора $A+B$ справедлива оценка

$$\alpha(A+B) \leq \alpha(A) + \alpha(B).$$

Теперь установим связь порядка и типа оператора AB с порядками и типами операторов A и B .

Теорема 2. Если оператор $A: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ имеет порядок $\beta(A)$ и тип $\alpha(A)$, а оператор $B: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ коммутирующий с A , – порядок $\beta(B)$ и тип $\alpha(B)$, то оператор $AB: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ имеет порядок $\beta(AB)$ и тип $\alpha(AB)$, причем $\beta(AB) \leq \beta(A) + \beta(B)$. Если же $\beta(AB) = \beta(A) + \beta(B)$, то $\alpha(AB) \leq \alpha(A)\alpha(B)$.
Доказательство.

□ Так как по условию $AB=BA$, то $(AB)^n = A^n B^n$.

Из определения порядка и типа оператора имеем

$$\forall \varepsilon > 0, \forall p, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall n, \forall x \in \mathbf{H}:$$

$$\|(AB)^n x\|_p = \|A^n B^n(x)\|_p \leq C_p (\alpha(A) + \varepsilon)^n n^{\beta(A)} (\alpha(B) + \varepsilon)^n n^{\beta(B)} \|x\|_q. (2)$$

Из неравенства (2) следует, что оператор AB имеет порядок $\beta(AB) \leq \beta(A) + \beta(B)$. В случае $\beta(AB) = \beta(A) + \beta(B)$ справедлива оценка для типа $\alpha(AB) \leq \alpha(A)\alpha(B)$. ■

Отметим важное следствие из теоремы 2.

Теорема 3. Пусть $A: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ имеет порядок $\beta(A)$ и тип $\alpha(A)$. Тогда если оператор $A^{-1}: \mathbf{H} \rightarrow \mathbf{H}$ существует и имеет порядок $\beta(B)$ и тип $\alpha(B)$, то $\beta(A^{-1}) \geq -\beta(A)$. Если же $\beta(A^{-1}) = -\beta(A)$, то $\alpha(A^{-1}) \geq \frac{1}{\alpha(A)}$.

Доказательство.

□ По определению обратного оператора $AA^{-1} = A^{-1}A = E$, где E – тождественный оператор. Тождественный оператор в силу равенства $\|E^n(x)\|_p = \|x\|_p$, (для всех p , n и x) имеет порядок $\beta(E) = 0$ и тип $\alpha(E) = 1$. С другой стороны, по теореме 2 $\beta(E) \leq \beta(A) + \beta(A^{-1})$. Следовательно, $\beta(A^{-1}) \geq -\beta(A)$. Если $\beta(A^{-1}) = -\beta(A)$, то $\beta(A) + \beta(A^{-1}) = 0 = \beta(E)$, следовательно, по теореме 2 $\alpha(E) \leq \alpha(A)\alpha(A^{-1})$. То есть $\alpha(A^{-1}) \geq \frac{1}{\alpha(A)}$. ■

Примечание 1.

Можно доказать, что если оператор A^{-1} не существует, но существует оператор B , являющийся левым (или правым) обратным к A , то $\beta(B) \geq -\beta(A)$. Если же $\beta(B) = -\beta(A)$, то $\alpha(B) \geq \frac{1}{\alpha(A)}$.

Примечание 2.

Из того, что оператор A имеет порядок, вообще говоря, не следует, что левый (или правый) обратный к нему также имеет порядок. Например, оператор интегрирования $A(F) = \int_0^t F(\xi) d\xi: C_\infty^\infty \rightarrow C_\infty^\infty$ имеет порядок $\beta(A) = -1$, однако левый обратный к нему оператор $B = \frac{d}{dt}: C_\infty^\infty \rightarrow C_\infty^\infty$ не имеет порядка.

Примеры.

1) Оператор $B_1(F) = \int_0^t F(t) dt$ – правый обратный к

оператору $A_1 = \frac{d}{dt}$ в пространстве $\mathbf{H}(\mathbf{C})$ всех целых функций с топологией равномерной сходимости на компактах, а оператор $A_1 = \frac{d}{dt}$ – левый обратный к B_1 . Их порядки и типы равны $\beta(A_1) = 1$, $\beta(B_1) = -1$, $\alpha(A_1) = 0$, $\alpha(B_1) = \infty$, то есть $\beta(B_1) = -\beta(A_1)$, $\alpha(B_1) \geq \frac{1}{\alpha(A_1)}$.

2) Оператор $B_2(x) = (x_1, \frac{x_2}{2}, \dots)$ – обратный к оператору $A_2(x) = (x_1, 2x_2, \dots)$ в пространстве s всех числовых последовательностей с топологией покоординатной сходимости. Их порядки и типы равны $\beta(A_2) = 0$, $\beta(B_2) = 0$, $\alpha(A_2) = \infty$, $\alpha(B_2) = 1$, то есть $\beta(B_2) = -\beta(A_2)$, $\alpha(B_2) > \frac{1}{\alpha(A_2)}$.

3) Оператор $B_3(F) = \frac{F(z)}{z}$ – обратный к оператору $A_3(F) = zF(z)$ в пространстве $\mathbf{H}(|z| < 1)$ всех функций, аналитических в круге $|z| < 1$ с топологией равномерной сходимости на компактах. Их порядки и типы равны $\beta(A_3) = 0$, $\beta(B_3) = 0$, $\alpha(A_3) = 2$, $\alpha(B_3) = \infty$, то есть $\beta(B_3) = -\beta(A_3)$, $\alpha(B_3) > \frac{1}{\alpha(A_3)}$.

4) В пространстве $\mathbf{H}_\gamma(|z| < 1)$ функций, аналитических в круге $|z| < 1$ и удовлетворяющих условию

$$\max_{|z| \leq p} |F(z)| < Ce^{\left(\frac{1}{1-p}\right)^{\gamma\epsilon}}, \quad \forall \epsilon > 0, \forall 0 < p < 1,$$

($\gamma > 0$ – фиксированное число) с топологией, определяемой мультиномормой

$$\|F\|_\epsilon = \sup_{0 < p < 1} \left\{ \max_{|z| \leq p} |F(z)| e^{\left(\frac{1}{1-p}\right)^{\gamma\epsilon}} \right\}, \quad \forall \epsilon > 0.$$

Оператор $A(F) = (z-1)F(z)$ линеен, непрерывен и имеет непрерывный обратный $A^{-1}(F) = \frac{F(z)}{z-1}$. Порядки операторов A и A^{-1} равны $\beta(A) = 0$, $\beta(A^{-1}) = \frac{1}{\gamma} > 0$, то есть $\beta(A^{-1}) > -\beta(A)$.

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. // Scientific notes 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. // Scientific notes of Orel State University (laboratory of functional analysis and theory of functions). 2001. Pp. 28-75.

УДК 517.98

UDC 517.98

С.Н. МИШИН

кандидат физико-математических наук, доцент,
кафедра геометрии и методики преподавания математики,
Орловский государственный университет
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

S.N. MISHIN

Candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor, Department of Geometry and
Methods of Teaching Mathematics, Orel State University
E-mail: sergeymishin@rambler.ru

ПОРЯДКИ И ТИПЫ НЕКОТОРЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ПРОСТРАНСТВАХ НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ

ORDERS AND TYPES OF SOME INTEGRAL OPERATORS IN SPACES OF CONTINUOUS FUNCTIONS

Найдены характеристики (порядки и типы) некоторых интегральных операторов в пространствах непрерывных функций одного действительного переменного.

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

Characteristics (orders and types) of some integral operators in spaces of continuous functions of one real variable are found.

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

Пусть H_1 и H – отделимые локально выпуклые пространства над полем комплексных чисел, топологии которых задаются мультинормами $\{\|\cdot\|_p\}$ и $\{\|\cdot\|_q\}$, где индексы p и q пробегает направления P и Q . При этом, не ограничивая общности, можно считать рассматриваемые мультинормы монотонными функциями своих индексов [4]. Обозначим A последовательность линейных непрерывных операторов $A_n: H_1 \rightarrow H$, $n=0, 1, 2, \dots$:

$$\forall n, \forall p, \exists C_p(n), \exists q(p, n) : \|A_n(x)\|_p \leq C_p \|x\|_{q'}; \forall x \in H_1.$$

Если последовательность A имеет p -порядки $\beta_p(A)$, порядок $\beta(A)$, p -типы $\alpha_p(A)$, тип $\alpha(A)$, то справедливы оценки [4]:

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in H_1, \forall n : \|A_n(x)\|_p \leq C_p n^{(\beta_p(A)+\varepsilon)n} \|x\|_{q'}, \quad (1)$$

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall C, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset H_1 : \|A_{n_k}(x_k)\|_p \leq C n_k^{(\beta_p(A)-\varepsilon)n_k} \|x_k\|_{q'}, \quad (2)$$

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \exists C_p(\varepsilon), \exists q(p, \varepsilon), \forall x \in H_1, \forall n : \|A_n(x)\|_p \leq C_p (\alpha(A) + \varepsilon)^n n^{\beta(A)n} \|x\|_{q'}, \quad (3)$$

$$\forall p, \forall \varepsilon > 0, \forall C, \forall q, \exists n_k \rightarrow \infty, \exists \{x_k(p, \varepsilon)\} \subset H_1 : \|A_{n_k}(x_k)\|_p \leq C_p (\alpha(A) + \varepsilon)^{n_k} n_k^{(\beta(A)-\varepsilon)n_k} \|x_k\|_{q'}. \quad (4)$$

Если пространства H_1 и H совпадают алгебраически, $A_n = A^n$, и вложение $H_1 \subset H$ непрерывно, то говорим о порядке и типе оператора $A: H_1 \rightarrow H$.

Пусть A – некоторая последовательность операторов (вообще говоря, нелинейных и неограниченных) и пусть $x \in H_1$ – 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 [4] 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 $x \in H_1$ имеет операторные p -порядки $\beta_p(x, A)$ относительно этой

последовательности. Справедливо неравенство

$$\sup_{x \in H_1} \{\beta_p(x, A)\} \leq \beta_p(A), \forall p. \quad (5)$$

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 $x \in H_1$ имеет операторные p -порядки $\beta_p(x, A)$ и p -типы $\alpha_p(x, A)$ относительно этой последовательности. Пусть

$$H_p = \{x \in H_1 : \beta_p(x, A) = \beta_p(A)\}.$$

Если $H_p \neq \emptyset$, то справедливо неравенство

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

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).

В данной работе мы найдем с помощью этих теорем характеристики некоторых интегральных операторов в пространствах непрерывных функций.

Пусть $H_1 = H = C(-R, R)$ – пространство всех функций, непрерывных на интервале $(-R; R)$. На этом пространстве зададим топологию равномерной сходимости на компактах мультинормой

$$\|F\|_p = \max_{|z| \leq p} |F(z)|, p < R. \quad (7)$$

Найдем порядок и тип интегрального оператора

$$J_\alpha(F) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t (t-\xi)^{\alpha-1} F(\xi) d\xi.$$

Из известного равенства $J_\alpha J_\beta = J_{\alpha+\beta}$ имеем (с учетом формулы Стирлинга для Γ -функции)

$$\forall \varepsilon > 0, \exists C(\varepsilon), \forall p < R, \forall n :$$

$$\begin{aligned} \|J_\alpha^n(F)\|_p &= \max_{|t| \leq p} \left| \frac{1}{\Gamma(\alpha n)} \int_0^t (t-\xi)^{\alpha n-1} F(\xi) d\xi \right| \leq \\ &\leq \frac{p^{\alpha n}}{\alpha n \Gamma(\alpha n)} \max_{|t| \leq p} |F(t)| \leq C \left(\left(\frac{ep}{\alpha} \right)^\alpha + \varepsilon \right)^n n^{-\alpha n} \|F\|_p. \end{aligned} \quad (8)$$

Кроме того, для $F(t) \equiv 1$ имеет место оценка снизу
 $\forall \varepsilon > 0, \forall C, \exists n_0(\varepsilon, C), \forall p < R, \forall n > n_0 : \|J_\alpha^n(1)\|_p =$

$$= \frac{p^{an}}{an\Gamma(an)} > C \left(\left(\frac{ep}{\alpha} \right)^\alpha - \varepsilon \right)^n n^{-an}. \quad (9)$$

Из (8) следует, что $\beta_p(J_\alpha) \leq -\alpha, \forall p$, а из (9) следует, что $\beta_p(1, J_\alpha) \geq -\alpha, \forall p$. С учетом теоремы 1 $\beta_p(J_\alpha) = -\alpha, \forall p$. Далее из (8) следует, что $\alpha_p(J_\alpha) \leq \left(\frac{ep}{\alpha}\right)^\alpha, \forall p$, а из (9) следует, что $\alpha_p(1, J_\alpha) \geq \left(\frac{ep}{\alpha}\right)^\alpha, \forall p$. С учетом теоремы 2 $\alpha_p(J_\alpha) = \left(\frac{ep}{\alpha}\right)^\alpha, \forall p$.

Таким образом, оператор $J_\alpha : C(-R, R) \rightarrow C(-R, R)$ имеет p -порядки и p -типы

$$\beta_p(J_\alpha) = -\alpha, \alpha_p(J_\alpha) = \left(\frac{ep}{\alpha}\right)^\alpha, \forall p.$$

Порядок и тип этого оператора равен

$$\beta(J_\alpha) = -\alpha, \alpha(J_\alpha) = \left(\frac{eR}{\alpha}\right)^\alpha.$$

Аналогично вычисляются порядок и тип оператора $J_\alpha : C[0, 1] \rightarrow C[0, 1]$, где $C[0, 1]$ – пространство всех функций, непрерывных на отрезке $[0, 1]$ с топологией равномерной сходимости на этом отрезке:

$$\beta(J_\alpha) = -\alpha, \alpha(J_\alpha) = \left(\frac{e}{\alpha}\right)^\alpha.$$

Найдем на пространстве $C[0, 1]$ порядок и тип оператора

$$J'_\alpha(F) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^1 (t-\xi)^{\alpha-1} K(t-\xi) F(\xi) d\xi, K(z) \in C[0, 1]. \quad (10)$$

Теорема 3. Пусть

$$K(z) = z^k K_1(z), K_1(z) \in C[0, 1].$$

Тогда для порядка оператора J'_α справедлива оценка

$$\beta(J'_\alpha) \leq -\alpha - k. \quad (11)$$

Если $K_1(0) \neq 0$, то в (11) имеет место точное равенство. В этом случае справедлива оценка на тип

$$m_1 \left(\frac{\Gamma(\alpha+k)}{\Gamma(\alpha)} \right) \left(\frac{e}{\alpha+k} \right)^{\alpha+k} \leq \alpha(J'_\alpha) \leq M_1 \left(\frac{\Gamma(\alpha+k)}{\Gamma(\alpha)} \right) \left(\frac{e}{\alpha+k} \right)^{\alpha+k}, \quad (12)$$

где $m_1 = K_1(0), M_1 = \max_{z \in [0, 1]} |K_1(z)|$.

Доказательство.

□ Пусть $m_1 = K_1(0), M_1 = \max_{z \in [0, 1]} |K_1(z)|$. Имеем

$$\begin{aligned} \|J'^n_\alpha(F)\| &= \max_{t \in [0, 1]} |J'^n_\alpha(F)| \leq \\ &\leq \left(\frac{\Gamma(\alpha+k)}{\Gamma(\alpha)} \right)^n \frac{M_1^n}{\Gamma((\alpha+k)n)} \max_{t \in [0, 1]} \left| \int_0^t (t-\xi)^{(\alpha+k)n-1} d\xi \right| \|F\| = \\ &= \left(\frac{\Gamma(\alpha+k)}{\Gamma(\alpha)} \right)^n \frac{M_1^n}{\Gamma((\alpha+k)n+1)} \|F\|. \end{aligned} \quad (13)$$

Из (13) следует (с учетом формулы Стирлинга для Γ -функции) оценка (11).

Пусть $K_1(0) \neq 0$. В силу непрерывности функции K_1 найдется отрезок $[0, t_0]$, такой что $\forall z \in [0, t_0], K_1(z) \neq 0$. Возьмем произвольное $0 < t < 1$ и обозначим $m(t) = \min_{z \in [0, t]} |K_1(z)|$. По теореме о среднем для $F(t) \equiv 1$ при $0 < t < t_0$ имеем

$$\begin{aligned} J'^n_\alpha(1) &\geq \left(\frac{\Gamma(\alpha+k)}{\Gamma(\alpha)} \right)^n \frac{m^n(t)}{\Gamma((\alpha+k)n)} \int_0^t (t-\xi)^{(\alpha+k)n-1} d\xi = \\ &= \left(\frac{\Gamma(\alpha+k)}{\Gamma(\alpha)} \right)^n \frac{m^n(t)}{\Gamma((\alpha+k)n+1)}. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$\|J'^n_\alpha(1)\| \geq \left(\frac{\Gamma(\alpha+k)}{\Gamma(\alpha)} \right)^n \frac{m^n}{\Gamma((\alpha+k)n+1)}, m := \max_{t \in [0, 1]} m(t) = K_1(0) = m_1. \quad (14)$$

Из (14) следует, что операторный порядок единицы относительно оператора J'_α не может быть меньше $-\alpha - k$. По теореме 1 $\beta(J'_\alpha) = -\alpha - k$. Более того, из (13), (14) следует оценка (12). ■

Следствие 1. Пусть функция $K(z)$ бесконечно дифференцируема на отрезке $[0, 1]$. Тогда для того чтобы порядок оператора J'_α был равен $-\alpha - k$, необходимо и достаточно, чтобы $z=0$ было нулем кратности k функции $K(z)$.

Доказательство.

□ Пусть $z=0$ – нуль кратности k функции $K(z)$. Тогда $K(z) = z^k K_1(z), K_1(z) \in C[0, 1], K_1(0) \neq 0$.

По теореме 3 $\beta(J'_\alpha) = -\alpha - k$.

Пусть $\beta(J'_\alpha) = -\alpha - k$ и пусть $z=0$ – нуль кратности l функции $K(z)$. Тогда по доказанному выше $\beta(J'_\alpha) = -\alpha - l$ и, следовательно, $l=k$. ■

Следствие 1. Пусть функция $K(z)$ бесконечно дифференцируема на отрезке $[0, 1]$. Тогда для того чтобы порядок оператора J'_α был равен $-\infty$, необходимо и достаточно, чтобы функция $K(z)$ в нуле равнялась нулю вместе со всеми своими производными.

Доказательство.

□ Пусть $K^{(n)}(0)=0, n=0, 1, \dots$ Тогда для любого k найдется непрерывная функция $K_1(z)$, такая что $K(z) = z^k K_1(z)$. По теореме 3 $\beta(J'_\alpha) \leq -\alpha - k$. В силу произвольности k $\beta(J'_\alpha) = -\infty$.

Пусть $\beta(J'_\alpha) = -\infty$. Предположим, что при некотором $n_0, K^{(n_0)}(0) \neq 0$. Тогда $z=0$ – нуль конечной кратности функции $K(z)$. По следствию 1 порядок оператора J'_α конечен. Противоречие. ■

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 eigen functions. // 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. // Scientific notes 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. // Scientific notes of Orel State University (laboratory of functional analysis and theory of functions). 2001. Pp. 28-75.

УДК 621.391.15:004.7

UDC 621.391.15:004.7

И.Н. МОЛЧАНОВ

сотрудник, Академия Федеральной службы охраны РФ
E-mail: zorro_42@rambler.ru

I.N. MOLCHANOV

Staffer of Federal Guard Service Academy of the RF
E-mail: zorro_42@rambler.ru

МОДЕЛЬ НИЗКОПЛОТНОСТНОГО КОДА НА ГРАФЕ ТАННЕРА, РАЗВЕРНУТОГО ПО ИТЕРАЦИЯМ ДЕКОДИРОВАНИЯ

THE LDPC CODE MODEL ON THE TANNER GRAPH DEVELOPED ON ITERATION DECODING

Использование при декодировании низкоплотностного кода алгоритма распространения доверия позволяет получить точные апостериорные оценки вероятностей символов только в случае отсутствия коротких циклов в двудольном графе Таннера. Исследуя влияние циклов разной длины при декодировании, в дальнейшем можно разработать способы, позволяющие снизить отрицательное влияние циклов.

Ключевые слова: низкоплотностный код, граф Таннера, короткие циклы.

Until recently, artificial intelligence researches have frowned upon the application of probability propagation in Bayesian belief networks that have cycles. The probability propagation algorithm is only exact in networks that are cycle-free. Thus, having defined the influence of cycles of different length on the result of decoding, further it is possible to develop the ways, allowing to reduce cycles influence.

Keywords: LDPC code, Tanner graph, short cycles.

Наиболее удобной формой описания низкоплотностного кода (НПК) является представление его в виде двудольного графа Таннера. Данная форма представления позволяет наглядно описать процесс декодирования НПК при использовании алгоритма распространения доверия. Рассмотрим влияние циклов разной длины на процесс декодирования.

На рисунке 1 представлен цикл длины четыре в виде развернутого по итерациям декодирования графа Таннера.

Рассчитаем в рамках данного цикла декодируемое значение символа кодового слова, соответствующего символической вершине графа V_1 , на второй итерации декодирования. Процесс декодирования представляет собой итеративный обмен сообщениями между символическими и проверочными вершинами двудольного графа. Сообщением называется внешняя информация о предполагаемом значении символа, соответствующего одной из вершин графа. Сообщение, передаваемое от символической вершины V_1 к проверочной вершине P_1 , несущее информацию о возможном значении символа, соответствующего вершине V_1 , будет рассчитываться следующим образом:

$$p'_1 = F(v_1; \vec{a}), \quad (1)$$

где

- p'_1 – внешняя информация на первой итерации декодирования для вершины V_1 , рассчитанная по проверочному уравнению, соответствующему вершине P_1 ;
- v_1 – значение, принимаемое символической вершиной V_1 ;
- функционал, определяющий правило расчета внешней информации;
- $\vec{a}$ – вектор, частными компонентами которого являются все слагаемые проверочного уравнения, соответствующего вершине P_1 , кроме символа, соответствующего вершине V_1 .

Аналогично рассчитывается и сообщение, передаваемое от символической вершины V_1 к проверочной вершине P_2 :

$$p'_2 = F(v_1; \vec{b}), \quad (2)$$

где

- $\vec{b}$ – вектор, частными компонентами которого являются все слагаемые проверочного уравнения, соответствующего вершине P_2 , кроме символа, соответ-

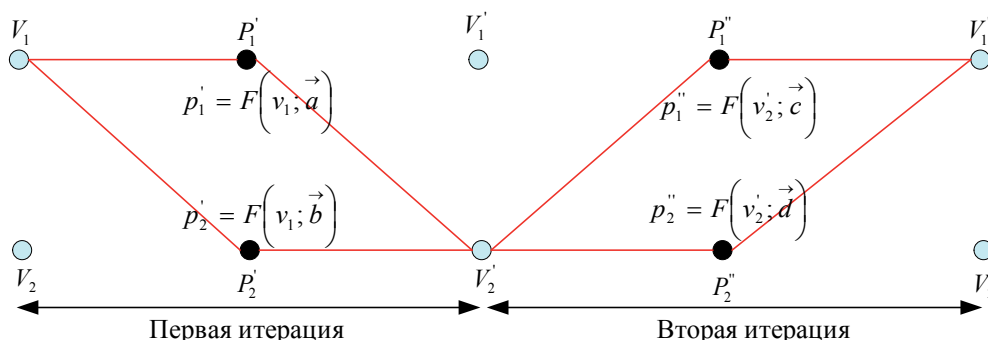


Рис. 1. Цикл длиной четыре, представленный развернутым по итерациям декодирования графом Таннера.

ствующего вершине V_1 .

Тогда декодируемое значение символа, соответствующего вершине V_2 , после первой итерации декодирования можно определить выражением

$$\begin{aligned} v_2' &= Z(p_1'; p_2') = LLR_{channel,2} + \left(\sum_{\substack{i=1, \\ H_{2,j}=1, j \neq 1, j \neq 2}}^{n-k} p_j' + (p_1' + p_2') \right) = \\ &= LLR_{channel,2} + \left(\sum_{\substack{i=1, \\ H_{2,j}=1, j \neq 1, j \neq 2}}^{n-k} p_j' + \left(F(v_1; \vec{a}) + F(v_1; \vec{b}) \right) \right) = \\ &= Y^2(v_1). \end{aligned} \quad (3)$$

Из выражения (3) следует, что после первой итерации на декодируемое значение символа, соответствующего вершине V_2 , двойное влияние оказывает первоначальное значение символа, соответствующего вершине V_1 . Таким образом, в случае возникновения ошибки в сообщении, принадлежащем вершине V_1 , при итеративном декодировании ошибка будет дважды использоваться при оценке значения символа, соответствующего вершине V_2 , в конце первой итерации.

Аналогичным образом рассчитаем внешнюю информацию для вершины V_2 на второй итерации декодирования по проверочным уравнениям, соответствующим вершинам P_1 и P_2 :

$$p_1'' = F(v_2'; \vec{c}), \quad p_2'' = F(v_2'; \vec{d}), \quad (4)$$

где

– $\vec{c}$ – вектор, частными компонентами которого являются все слагаемые проверочного уравнения, соответствующего вершине P_1 , за исключением символа,

соответствующего вершине V_2 ;

– $\vec{d}$ – вектор, частными компонентами которого являются все слагаемые проверочного уравнения, соответствующего вершине P_2 , за исключением символа, соответствующего вершине V_2 .

Согласно алгоритму декодируемое значение символа, соответствующего вершине V_1 , после второй итерации декодирования определяется выражением

$$\begin{aligned} v_1'' &= Z(p_1''; p_2'') = LLR_{channel,1} + \left(\sum_{\substack{i=1, \\ H_{1,j}=1, j \neq 1, j \neq 2}}^{n-k} p_j'' + (p_1'' + p_2'') \right) = \\ &= LLR_{channel,1} + \left(\sum_{\substack{i=1, \\ H_{1,j}=1, j \neq 1, j \neq 2}}^{n-k} p_j'' + \left(F(v_2'; \vec{c}) + F(v_2'; \vec{d}) \right) \right) = \\ &= Y^2(v_2') = Y^2(Y^2(v_1)) = Y^4(v_1) \end{aligned} \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что после второй итерации на декодируемое значение символа, соответствующего вершине V_1 , четыре раза оказывает влияние начальное значение этого же символа.

Таким образом, в случае формирования демодулятором неверного значения канального символа (вследствие воздействия шумов), участвующего в формировании цикла длины четыре, при оценке значения этого же символа на второй итерации ошибка влияет четырежды.

Для простоты понимания данной ситуации приведем пример. Пусть имеется семь экспертов, которым необходимо принять решение в пользу определенной гипотезы. Эксперты с номерами 1, 2 и 3 являются независимыми и принимают решение с учетом своего

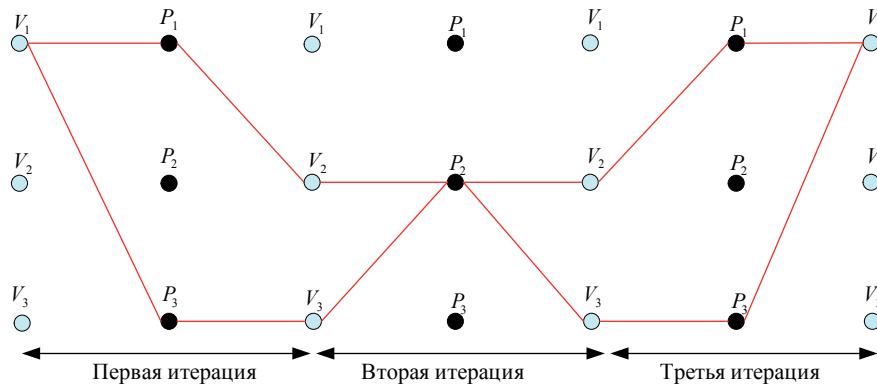


Рис. 2. Цикл длины шесть в развернутом графе Теннера.

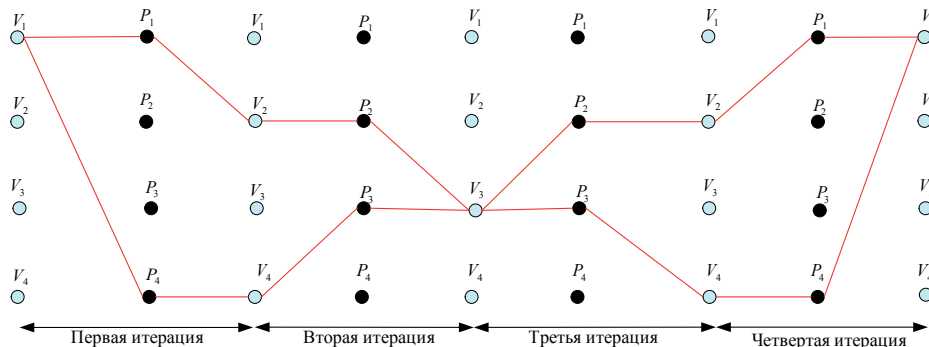


Рис. 3. Цикл длины восемь в развернутом графе Теннера.

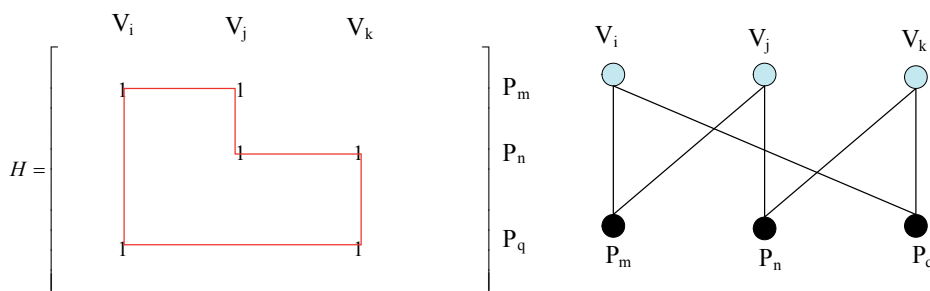


Рис. 4. Фрагмент матрицы, определяющий цикл длины шесть ребер в двудольном графе Таннера.

опыта и полученных знаний. Эксперты с номерами 4, 5, 6 всегда принимают решение, которого придерживается эксперт с номером 7. Таким образом, неважно какую из гипотез примут первые три эксперта, решение будет в пользу той гипотезы, которую примет эксперт номер 7, даже если она будет заведомо ложная, так как у седьмого эксперта всегда большинство голосов. При исключении экспертов с номерами 4, 5 и 6 из процедуры голосования оставшиеся эксперты принимают не зависимые друг от друга решения, что позволяет более обоснованно подходить к выбору гипотез, несмотря на уменьшение общего числа экспертов.

На рисунках 2-3 представлены в виде развернутого двудольного графа Таннера циклы длины шесть и восемь ребер соответственно.

Представленные обстоятельства позволяют сделать вывод, что в случае возникновения ошибки в начальном значении символа, участвующего в формировании цикла длины шесть ребер, величина ошибки четыре раза повлияет на декодируемое значение данного символа на третьей итерации декодирования. В случае возникновения ошибки в значении символа, участвующего в формировании цикла длины восемь, величина ошибки четыре раза окажет влияние на декодируемое значение данного символа на четвертой итерации. Таким образом, вследствие многократного использования ошибочного значения символа при оценке значений других символов будет иметь место процесс накопления величины ошибки. Чем короче длина цикла в графе Таннера, тем на более ранних итерациях декодирования будет накапливаться величина ошибки. По этой причине при построении НПК необходимо избегать циклов минимальной длины.

Рассмотрим фрагмент проверочной матрицы кода, определяющий цикл в двудольном графе Таннера (рис. 4).

Из рисунка 4 заметно, что в формировании цикла участвуют три линейно-зависимых столбца. Из определения кода следует, что код содержит ненулевое кодовое слово веса Хемминга не более ω тогда и только тогда, когда проверочная матрица H содержит множество из ω линейно-зависимых столбцов [1]. Таким образом, фрагмент матрицы, представленный на рисунке 4, описывает линейное векторное подпространство кода, способного исправлять ошибки в символьных вершинах цикла. Переходя от частного к общему, справедливо заключение, что фрагмент матрицы, определяющий цикл длиной $2d$ ($d > 2$) в двудольном графе

Таннера, определяет то же линейно-векторное подпространство, что и проверочная матрица систематического линейного кода с параметрами $(d, 1)$, способного исправить $t = \frac{d-1}{2}$ ошибок, возникших в символьных вершинах цикла. Следовательно, применение последовательности элементарных операций над строками матрицы приведет к получению эквивалентной матрицы, то есть описывающей одно и то же линейно-векторное подпространство.

Выявленное свойство, появляющееся на этапе кодирования, позволяет исключать из циклов минимальной длины недоверенные проверочные вершины при декодировании сигналов с НПК алгоритмом распространения доверия. Недоверенной проверочной вершиной называется вершина, для которой соответствующее проверочное уравнение кода содержит равновероятно декодируемые символы. На рисунке 5 представлены возможные варианты преобразования цикла, приведенного на рисунке 4.

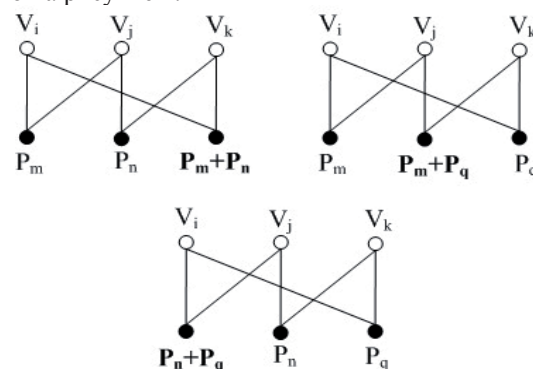


Рис. 5. Возможные варианты преобразования цикла длины шесть ребер.

Следует отметить, что символьные и проверочные вершины графа Таннера участвуют в формировании циклов минимальной длины с разной частотой. Поэтому наибольший интерес с точки зрения повышения исправляющей способности алгоритма декодирования представляют вершины, наиболее часто встречающиеся в циклах минимальной длины.

Таким образом, при формировании сигнала с НПК на этапе кодирования определяются структурно-статистические свойства, которые можно использовать для разработки алгоритма декодирования, позволяющего обеспечить меньшую вероятность ошибки в выходной последовательности бит по сравнению с существующими решениями.

Библиографический список (References)

1. *MacKay D. J. C.* Information Theory, Inference, and Learning Algorithms Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2003. 628 p.
 2. *Michael R. Tanner, Deepak Sridhara, Arvind Sridharan, Thomas E. Fuja, and Daniel J. Costello, Jr.* HIKK Block and Convolutional Codes Based on Circulant Matrices. IEEE Transactions on Information Theory, Vol.50, No.12, December 2004.
-
-

УДК 621.396

UDC 621.396

А.Н. НЕСТЕРЕНКО

Сотрудник, Академия Федеральной службы охраны
РФ
E-mail: nesterenkoan84@mail.ru

A.N. NESTERENKO

Staffer of Federal Guard Service Academy of the RF
E-mail: nesterenkoan84@mail.ru

АЛГОРИТМ ПРИЕМА MIMO-OFDM-СИГНАЛОВ, ОСНОВАННЫЙ НА ДЕМОДУЛЯЦИИ СОВМЕСТНО С ДЕКОДИРОВАНИЕМ

ALGORITHM OF MIMO-OFDM SIGNALS RECEPTION, PROVIDING JOINT DEMODULATION AND DECODING

В условиях частотной и временной избирательности каналов беспроводных систем связи широкополосного доступа значительное влияние на эффективность помехоустойчивого приема оказывает точность синхронизации и оценивания канальных характеристик. При этом использование таких технологий, как MIMO и OFDM, увеличивает сложность процессов цифровой обработки сигналов. Для минимизации вероятности ошибки декодирования при приеме MIMO-OFDM-сигналов предлагается использовать схему турбо-коррекции, основными функциональными блоками которой являются: синхронизация, оценка канальных характеристик, детектирование и декодирование. Результаты имитационного моделирования показывают, что предложенный алгоритм обеспечивает высокую точность оценивания и синхронизации в условиях низких отношений сигнал/шум.

Ключевые слова: беспроводная система связи широкополосного доступа, множественный вход-множественный выход, мультиплексирование с ортогональным частотным разделением, турбо-коррекция.

In terms of frequency and temporal selectivity of wireless broadband access channels a significant influence on noiseproof reception efficiency renders the accuracy of synchronization and estimation of channel characteristics. Thus the use of such technologies as MIMO and OFDM increases the complexity of digital signal processing. To minimize the probability of decoding errors it is offered to use the turbo-correction, basic functional blocks which are the following: synchronization, channel parameterization, detection and decoding. Simulation results show that the proposed algorithm offers high estimation accuracy and synchronization under low signal-to-noise ratio conditions.

Keywords: wireless broadband access communication system, Multiple Input Multiple Output (MIMO), Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), turbo-equalization.

Одной из основных тенденций развития современных беспроводных систем связи широкополосного доступа (сети WiFi, WiMAX и LTE) является стремительное распространение таких технологий, как OFDM (мультиплексирование сигналов с ортогональным частотным разделением) и MIMO (множественный вход-множественный выход). Указанные технологии позволяют достичь увеличения спектральной эффективности и помехоустойчивости в условиях многолучевого распространения и, как следствие, обеспечить постоянно растущие потребности пользователей сетей беспроводной связи в высокоскоростных соединениях и специфических мультимедийных сервисах.

Результатом частотной и временной избирательности канала связи рассматриваемых систем является достаточно высокая сложность расчета оценок канальных параметров даже в случае использования одной антенны. Но современные широкополосные беспроводные системы применяют технологию MIMO, что еще больше усложняет процесс оценивания канальных характеристик. Также необходимо отметить, что в большинстве существующих алгоритмов по оценке параметров канала используется допущение об идеальной синхронизации, установленной в приемнике. К сожалению, на практике данное предположение редко достижимо, в то время как условие неполной синхронизации наиболее вероятно и значительно снижает эффек-

тивность указанных алгоритмов. В отличие от систем с одночастотными сигналами многочастотные передачи, к которым относится OFDM, высоко чувствительны к ошибкам синхронизации – смещение частоты несущей (СЧН), вызванное несоответствием частоты генератора или доплеровским сдвигом, что приводит к межканальной интерференции и, как следствие, уменьшению помехоустойчивости приемника. В условиях низкого отношения сигнал/шум (ОСШ) использование технологий MIMO и OFDM также повышает требования к точности оценки параметров канала и СЧН.

В рассматриваемых системах связи требуемое качество приема MIMO-OFDM-сигнала обеспечивается адаптивным изменением плотности размещения пилот-сигналов (ПРПС) в выделенном частотно-временном ресурсе. Однако увеличение ПРПС приводит к уменьшению спектральной эффективности (СЭ) системы связи.

В данной статье предложен алгоритм, обеспечивающий помехоустойчивый прием MIMO-OFDM-сигналов и, как следствие, минимизирующий вероятность приема кодированных сигналов в условиях низкого ОСШ без уменьшения СЭ.

Модель MIMO-OFDM-сигнала

Рассмотрим организацию физического уровня беспроводных систем связи широкополосного доступа на примере сети LTE, являющейся одной из перспектив-

ных и динамично развивающихся. Общая схема представлена на рисунке 1.

При формировании как восходящих сигналов, так и нисходящих выполняются следующие процедуры [4]:

- скремблирование (на основе использования «золотых последовательностей» [1];
- помехоустойчивое кодирование, предполагающее использование двух кодеров с базовой скоростью 1/3: в служебных каналах – сверточный код, в транспортных каналах – сверточный турбокод;
- модуляция – формирование комплексных модуляционных символов двоичной (ФМ-2) или квадратурной (КФМ) фазовой манипуляции, а также многоуровневой (КАМ-16, КАМ-64) квадратурной амплитудной манипуляции;
- размещение по частотно-временному ресурсу и по уровням с предварительным кодированием (компоненты технологии MIMO) и формирование OFDM-сигнала, являющиеся наиболее значимыми сигнальными технологиями организации физического уровня сетей стандарта LTE, которым необходимо уделить особое внимание.

Основной целью использования технологии OFDM является устранение влияния помех, вызванных многолучевым распространением сигнала. При формировании OFDM-сигнала происходит расщепление единого высокоскоростного потока, передаваемого на одной несущей, на несколько относительно низкоскоростных потоков. Передавая каждый из них на отдельной поднесущей, образуется конструкция многочастотных сигналов. Тем самым снижается вероятность того, что разница в задержке прямого и отраженного лучей становится сравнимой с длительностью манипуляционного символа и, как следствие, уменьшается влияние межсимвольной интерференции (МСИ). Для реализации описанной концепции используется ортогональный ансамбль сигналов, обеспечивающий компенсацию перекрывающихся спектров:

$$S_k(t) = A_k \cos(2\pi kt / T_s + \phi_k), 0 \leq t \leq T_s, k = 0, \dots, K-1, \quad (1)$$

где S_k – сигнал на k -ой поднесущей, T_s – длительность OFDM-символа, K – количество поднесущих.

Технология MIMO позволяет значительно увеличить помехоустойчивость каналов связи, т.е. уменьшить относительное число битов, принятых с ошибкой, без уменьшения скорости передачи данных в условиях многолучевого распространения сигналов. Физический смысл возможности увеличения скорости передачи данных можно пояснить с помощью формулы Шеннона. При использовании технологии MIMO пиковая скорость определяется:

$$C_{MIMO} = M f_g \log_2(1 + S / N), \quad (2)$$

где f_g – ширина спектра сигнала; S/N – отношение сигнал/шум, C_{SISO} – пиковая скорость передачи данных, $M = \min\{M_{npo}, M_{np}\}$, M_{npo} – число передающих антенн, M_{np} – число приемных антенн.

Работа MIMO-систем может быть организована по двум принципам: пространственного уплотнения и пространственно-временного кодирования (ПВК). В системах, построенных по принципу пространственно-временного кодирования, со всех передающих антенн осуществляется передача одного и того же потока данных с использованием схем предварительного кодирования с целью обеспечения лучшего качества приема. На рисунке 2 представлен принцип ПВК для двух передающих антенн соответственно [3].

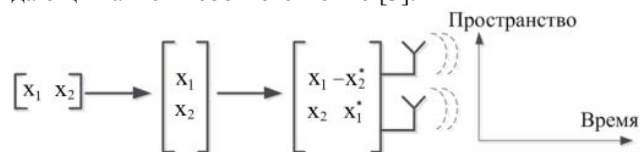


Рис. 2. Принцип ПВК-сигналов с двумя антеннами.

Согласно рисунку 2 на приемной антенне будет присутствовать сигнал со следующими значениями отчетов:

$$\begin{aligned} y_1 &= h_1 x_1 - h_2 x_2^*; \\ y_2 &= h_1 x_2 + h_2 x_1^*; \end{aligned} \quad (3)$$

где h_1 и h_2 – комплексные коэффициенты, определяемые значением передаточной функции канала (ПФК) в текущий момент времени для каждой из антенн.

После оценки коэффициентов h_1 и h_2 детектирование пары модуляционных символов осуществляется следующим образом:

$$x_1 = \frac{y_1 h_1 + y_2 h_2}{|h_1|^2 + |h_2|^2}, x_2 = \frac{y_2 h_1 + y_1 h_2}{|h_1|^2 + |h_2|^2}. \quad (4)$$

В общем случае принятый сигнальный вектор y с выхода OFDM-демодулятора можно представить в виде:

$$y = Hx + n, \quad (5)$$

где x – переданный сигнальный вектор, H – матрица коэффициентов ПФК MIMO-канала, n – аддитивный гауссовский шум с нулевым средним и матрицей ковариации $E\{nn^H\} = \sigma^2 I$.

Таким образом, в системах MIMO на приемной стороне необходима оценка комплексных коэффициентов передаточной функции канала (ПФК) от каждой из передающих антенн к каждой приемной. Оценка производится путем расчета коэффициентов в позициях пилот-сигналов и аппроксимацией рассчитанных значений на остальные позиции. Порядок размещения пилотных символов для MIMO-систем по поднесущим определяется соответствующей спецификацией [1].

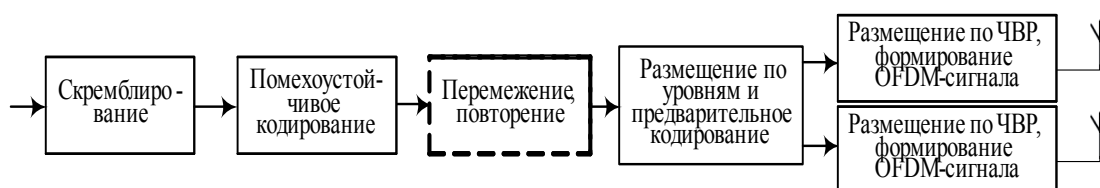


Рис. 1. Общая схема организации физического уровня.

Описание алгоритма приема MIMO-OFDM-сигнала

В настоящее время большинство производителей приемного оборудования для беспроводных систем связи широкополосного доступа реализуют BLAST-алгоритм обработки MIMO-сигналов, разработанный лабораторией Bell-Labs и имеющий модификации: D-BLAST, V-BLAST [2].

На рисунке 3 представлена сравнительная характеристика помехоустойчивости алгоритмов детектирования MIMO-сигналов. Анализ графиков помехоустойчивости подтверждает, что оптимальным критерием при приеме сигналов является критерий максимального правдоподобия (МП). Также одним из критериев приема является критерий минимизации ошибки, основанный на линейном детектировании по критерию минимума среднеквадратической ошибки (МСКО). Однако на практике данные критерии не реализуются ввиду большой вычислительной сложности (класс NP-полных задач), особенно в системах с использованием MIMO-технологии.

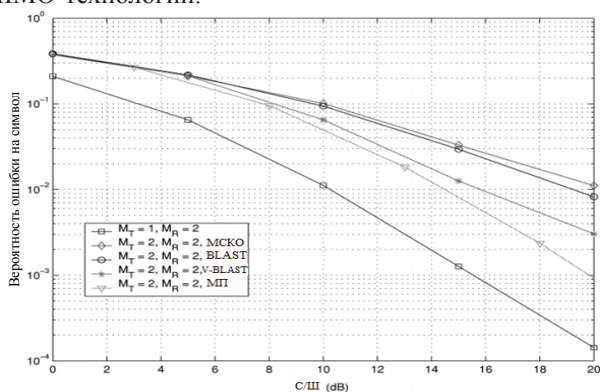


Рис. 3. Сравнительная характеристика помехоустойчивости алгоритмов детектирования MIMO-сигналов.

С целью повышения эффективности помехоустойчивого приема за счет снижения вероятности ошибки приема кодированных сигналов предлагается алгоритм, обеспечивающий совместную работу блоков демодуляции и декодирования сигнала по принципу турбо-коррекции. При этом демодуляция сигнала включает:

- оценка СЧН и синхронизация;
- оценка ПФК;
- детектирование.

Оптимальным критерием работы предложенного алгоритма является совместная оценка всей кодовой последовательности и декодирование наиболее вероятной. Однако объединенный процесс демодуляции и декодирования для сигналов с большим числом уровней пространственного разнесения и высоким индексом модуляции является NP-сложной задачей, что делает его нереализуемым ввиду большой вычислительной сложности. В этом случае оптимальный приемник может быть аппроксимирован к итеративному приемнику с отдельными блоками демодуляции и декодирования, которые обмениваются информацией о достоверности принятых символов.

На рисунке 4 представлена структурная схема приемника MIMO-OFDM-сигналов, реализующего предложенный алгоритм (N_R – количество приемных антенн, N_T – количество передающих антенн):

Основными функциональными элементами алгоритма являются:

1. Блок предварительной обработки сигнала:
 - преобразование принятого из эфира сигнала на нулевую частоту ω_0 ;
 - выделение синфазной и квадратурной компонент (IQ-отсчеты);
 - фильтрация низких частот (ФНЧ);
 - аналого-цифровое преобразование (АЦП) сигнала с частотой дискретизации F_d ;
 - удаление циклического префикса (ЦП);
 - символьная и фазовая синхронизация;
 - преобразование сигнала из временной области в частотную – прямое преобразование Фурье (ППФ).
2. Блок турбо-коррекции принятых символов:
 - компенсация СЧН;
 - MIMO-детектирование;
 - параллельно/последовательное мультиплексирование (M) и демультиплексирование (M^{-1});
 - декодирование помехоустойчивого кода с мягким входом/мягким выходом по критерию максимума апостериорной вероятности (МАНВ-декодер);
 - перемежение (P) и последовательно/параллельное демультиплексирование (P^{-1});
 - отображение мягких значений бит в IQ-отсчеты;
 - оценка ПФК и СЧН по критерию максимального правдоподобия (МП);

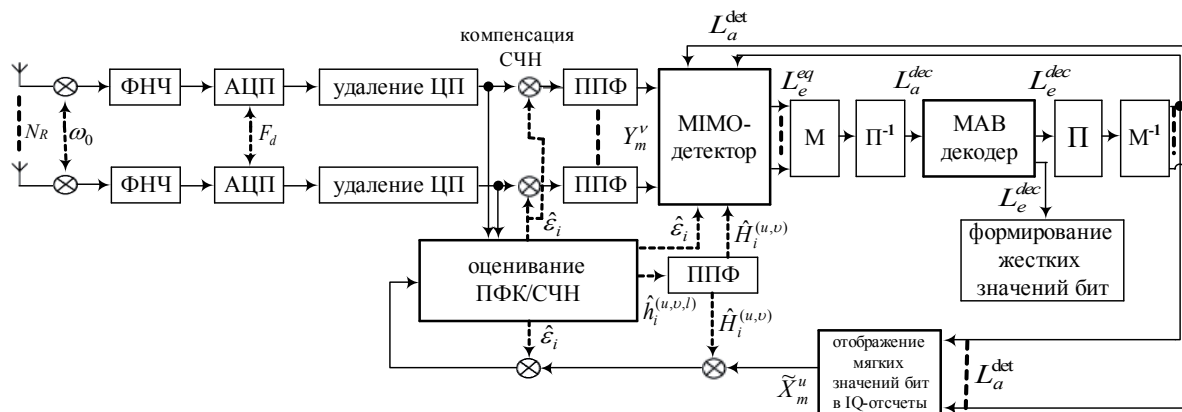


Рис. 4. Структурная схема приемника MIMO-OFDM-сигналов.

– формирование жестких значений бит.

Необходимо отметить, что ключевым элементом представленного алгоритма является блок турбо-коррекции принятых символов, обеспечивающий требуемую вероятность ошибки приема кодированных сигналов.

Расширенная модель MIMO-OFDM сигнала на входе блока турбо-коррекции может быть представлена в виде вектора комплексных значений отсчетов m -го OFDM-символа после прямого преобразования Фурье (ППФ), переданного с u -ой и принятого с v -ой антенны:

$$Y_m^v = \{y_{m,n}^v\} = \left\{ e^{j \frac{2\pi \hat{\epsilon}_i n}{N}} \sum_{u=0}^{N_T} \sum_{l=0}^{L-1} \hat{h}_{l,m,n,i}^{(u,v)} x_{m,n-l}^u + w_{m,n}^v \right\}, \quad (6)$$

где $n = 1 \dots N$, N – длительность OFDM-символа (количество отсчетов); $\hat{\epsilon}_i$ – оценка СЧН на i -ой итерации; L – количество отводов конечной импульсной характеристики канала; $\hat{h}_{l,m,n,i}^{(u,v)}$ – оценка коэффициента ПФК для l -го луча между u -ой и v -ой антеннами на i -ой итерации; $x_{m,n-l}^u$ – переданный отсчет m -го OFDM-символа с u -ой антенны; $w_{m,n}^v$ – комплексное значение отсчета аддитивного гауссовского шума.

Решающее правило, в соответствии с которым формируются жесткие значения бит на выходе блока турбо-коррекции, представлено выражением:

$$B_{\{S=0|i=i_{\max}\}} = f(Y_m^v, L_a^{\det}, \hat{\epsilon}_i, \hat{H}_i^{u,v}), \quad (7)$$

где $B = \{b_j\}$, $j = 1 \dots I$ – жесткие значения бит, I – длина информационной части кодового слова (КС) помехоустойчивого кода; $L_a^{\det}$ – априорная информация на входе MIMO-детектора; $\hat{H}_i^{(u,v)}$ – матрица оценок коэффициентов ПФК для u -ой передающей и v -ой приемной антенны на i -ой итерации.

Необходимо отметить, что после каждой итерации производится расчет синдрома S вектора жестких значений бит, соответствующего вектору мягких значений бит с выхода МАР-декодера. При этом критерием остановки работы итерационного алгоритма блока турбо-коррекции является выполнение одного из двух условий:

- нулевое значение синдрома $\{S=0\}$;
- достижение максимального количества итераций $\{i=i_{\max}\}$ (зависит от скорости входного потока).

MIMO-детектор обеспечивает коррекцию принятых отсчетов OFDM-символов на основе оценок СЧН и коэффициентов ПФК и детектирование по критерию МАР:

$$L_e^{\det} = \{L_e^{\det}(d_{m,k,q}^u)\} = \left\{ \arg \max_{d_{m,k,q}^u} \{p(d_{m,k,q}^u / Y_m^v)\} \right\}, \quad (8)$$

где $L_e^{\det}$ – внешняя информация MIMO-детектора; $d_{m,k,q}^u$, $u = 1 \dots N_T$, $q = 1 \dots Q$, $Q = \log_2 M$ – мягкое значение q -го бита вектора Q , соответствующего комплексному значению отсчета m -го OFDM-символа, переданного с u -ой антенны на k -ой поднесущей при M -ичной КАМ-модуляции; $p(d_{m,k,q}^u / Y_m^v)$ – апостериор-

ная вероятность значения $d_{m,k,q}^u$ при условии принятого вектора Y_m^v .

Расчет априорной и внешней информации МАР-декодера представлен следующими выражениями:

$$L_a^{\det} = \Pi^{-1}(M(L_e^{\det})), \quad (9)$$

$$L_e^{\det} = \left\{ \arg \max_{d_{m,k,q}^u} \{p(d_{m,k,q}^u / L_a^{\det})\} \right\}. \quad (10)$$

Оценивание коэффициентов ПФК и СЧН на начальном этапе производится на основе пилот-сигналов, принятых с канала. Далее, в итеративном режиме выполняется расчет оценок по критерию МП на основе скорректированных отсчетов OFDM-символов по цепи обратной связи с выхода МАР-декодера:

$$\hat{\epsilon}_i = \arg \max_{\epsilon \in [\epsilon_{\min}, \epsilon_{\max}]} \{p(\tilde{X}_m^u / \epsilon)\}, \quad (11)$$

$$\hat{H}_i^{u,v} = \arg \max_{H^{u,v}} \{p(\tilde{X}_m^u / H^{u,v})\}, \quad (12)$$

где $\tilde{X}_m^u$ – скорректированные значения отсчетов m -го OFDM-символа, переданного с u -ой антенны, а $p(\tilde{X}_m^u / \epsilon)$ и $p(\tilde{X}_m^u / H^{u,v})$ – условные плотности вероятности СЧН и матрицы коэффициентов ПФК соответственно при условии $\tilde{X}_m^u$.

Необходимо отметить, что точность оценивания в случае максимальной ПРПС (ПРПС=100%) представляет собой границу Крамера-Рао [5]. В представленном алгоритме расчет оценок ПФК и СЧН производится на основании всех отсчетов принятых OFDM-символов, а не только по пилот-сигналам. Таким образом производится итеративное приближение работы системы связи к режиму, когда все отсчеты OFDM-символов представляют собой пилот-сигналы. Данный режим позволяет значительно повысить точность синхронизации и оценки параметров канала, что является неотъемлемой частью процесса приема MIMO-OFDM сигналов в таких системах связи, как WiMAX и LTE в условиях низкого ОСШ.

Результаты проведенного имитационного моделирования подтвердили итеративное приближение точности оценивания к границе Крамера-Рао и, как следствие, эффективность разработанного алгоритма. Параметры модели MIMO-OFDM системы представлены в таблице 1. На рисунках 5-6 представлены экспериментальные значения среднеквадратического отклонения (СКО) оценок СЧН и коэффициентов ПФК:

$$СКО_{\epsilon} = \sqrt{(\hat{\epsilon} - \epsilon)^2}, \quad (13)$$

$$СКО_H = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{h}_i - h_i)^2}, \quad (14)$$

где ϵ , $\hat{\epsilon}$ и h_i , $\hat{h}_i$ – истинные и оцененные значения СЧН и коэффициентов ПФК соответственно, N – число коэффициентов ПФК.

Таблица 1.

Параметры имитационной модели

Параметр	Значение
размер блока ПФ	64
схема ММО	2×2
вид модуляции	КАМ4
вид помехоустойчивого кодирования	сверточный турбокод (согласно Release 8)
плотность заполнения пилот-символов (%)	25
частота несущей (ГГц)	5
длительность отчета T (нс)	50
размер циклического префикса	16

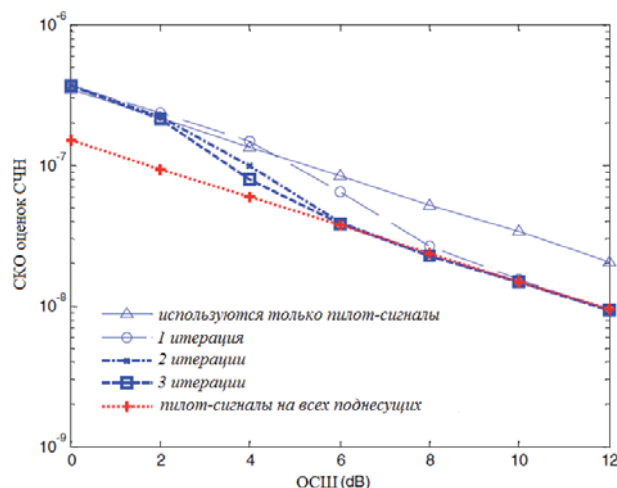


Рис. 5. Зависимость СКО оценки СЧН от ОСШ.

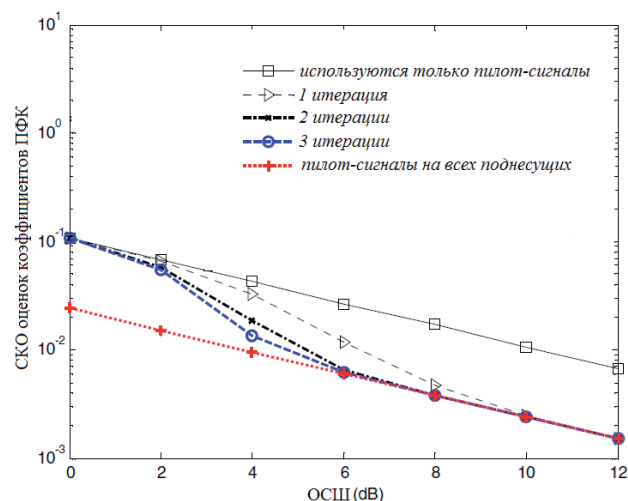


Рис. 6. Зависимость СКО оценки СЧН от ОСШ.

Предлагаемый алгоритм приема отличается от ранее известных наличием блока итеративной коррекции оценок ПФК и СЧН. Данная особенность позволяет, учитывая частотную и временную избирательность квазистационарных каналов, разработать алгоритм приема кодированных сигналов беспроводных систем связи широкополосного доступа, минимизирующий вероятность ошибки декодирования и, как следствие, повышающий эффективность приема.

Необходимо отметить, что в рассматриваемых системах размер циклической приставки OFDM-символа выбирается динамически в зависимости от качества канала связи с абонентом. Однако, в условиях низкого отношения сигнал/шум реальная длительность защитного интервала не гарантирует исключение межсимвольной интерференции на полезной части передаваемого символа. В этом случае требуется введение дополнительной частотной коррекции сигнала. Данная задача является объектом дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Гельгор А.Л., Попов Е.А. Технология LTE мобильной передачи данных: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011.
2. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. М.: Эко-Тренд, 2010.
3. Слюсар В.И. Системы ММО: Принципы построения и обработки сигналов // Электроника: наука, технология, бизнес, № 10, 2005. С. 52-59.
4. 3GPP TS 36.211. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 9).
5. Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции. Том 2. Теория нелинейной модуляции. Нью-Йорк, 1971. Пер с англ. Под ред. Проф. В.Т. Горьянова. М., «Сов. радио», 1975.

References

1. Gelgor A.L., Popov E.A. LTE technology of mobile data: tutorial. St. Petersburg: Polytechnical University, 2011.
2. Tikhvinsky V.O., Terentev S.V., Jurchuk A.B. The mobile network LTE: technology and architecture. M.: Eco-Trend, 2010.
3. Sljucar V.I. MIMO systems: Principles and signal processing // Electronics: science, technology, business, № 10, 2005. Pp. 52-59.
4. 3GPP TS 36.211. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 9).
5. Van Trees H. Detection, Estimation and Modulation Theory. Part 2. Nonlinear Modulation Theory. New York, 1971. Trans. From engl. Under red. Prof. V.T. Goryainov. M., «Sov. radio», 1975.

УДК 532.546

UDC 532.546

В.Ф. ПИВЕНЬ

доктор физико-математических наук, профессор,
кафедра физики, Орловский государственный уни-
верситет
Email: pivenvf@gmail.com

Д.Г. ЛЕКОМЦЕВ

аспирант, кафедра физики, Орловский государ-
ственный университет
Email: lekomtcevdg@yandex.ru

V.F. PIVEN

PhD in Physics, Professor of Physics Department, Orel
State University
Email: pivenvf@gmail.com

D.G. LEKOMTCEV

Graduate student of Physics Department, Orel State
University
Email: lekomtcevdg@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СОВЕРШЕННОЙ СКВАЖИНЫ В АНИЗОТРОПНОМ ОДНОРОДНОМ ПЛАСТЕ ГРУНТА*

RESEARCH WORK OF A PERFECT WELL IN AN ANISOTROPIC HOMOGENEOUS SOIL LAYER

Поставленная плоскопараллельная задача о дебите скважин в анизотропном однородном пласте грунта с произволь-
ным контуром питания [2] исследуется в случае кругового контура питания. Изучено влияние анизотропии грунта и по-
ложения скважины на ее дебит.

Ключевые слова: скважина, анизотропный пласт, круговой контур питания, дебит, тензор проницаемости.

Assigned plane-parallel task about debit of wells in anisotropic homogeneous bedlayer with optional external boundary of reservoir
[2] is explored in case of circular contour of feeding. The influence of anisotropy of bedlayer and well location upon debit is studied.

Keywords: well, anisotropic bedlayer, circular contour of feeding, debit, tensor of penetrability.

1. Постановка задачи

Совершенная (по степени вскрытия пласта) эксплуа-
тационная скважина дебита Q расположена в горизон-
тальном пласте постоянной толщины. Дебит Q
приходится на единицу толщины пласта. Грунт пласта
недеформируемый анизотропный и однородный, харак-
теризуется коэффициентом проницаемости K – тензо-
ром второго ранга (вообще говоря, несимметричным).
В предположении плоскопараллельности задачи
 $K = (K_{ij})$, $i, j = 1, 2$. Компоненты тензора (K_{ij})
– постоянные.

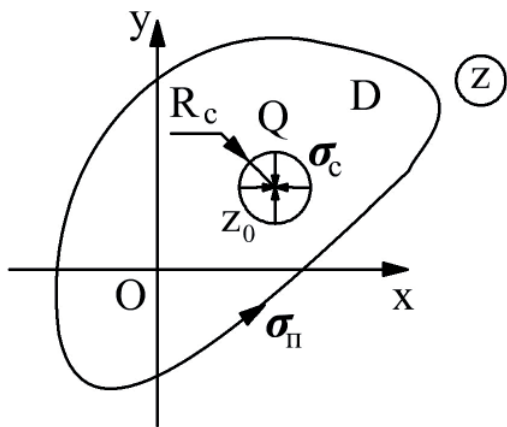


Рис. 1. Постановка задачи.

На физической комплексной плоскости $z = x + iy$ (x, y – декартовы координаты) положение скважины харак-
теризуется точкой $z_0 = x_0 + iy_0$, и течение происходит в
области D с границей Σ , состоящей из контура питания

σ_π и контура скважины σ_c , ($\Sigma = \sigma_\pi \cup \sigma_c$ (рис.1)).
Контур σ_π моделируем произвольной замкнутой кри-
вой класса Ляпунова, а контур σ_c , малой окружностью
с центром в точке z_0 . Причем, контуры σ_π и σ_c не
пересекаются. Контур σ_π проходит против часовой
стрелки.

На контуре Σ заданы (или подлежат определению)
давления, то есть для них выполняются условия для
обобщенного потенциала ϕ ($\phi = -(p + \rho\Pi) / \mu$, Π – по-
тенциал массовой силы – силы тяжести, p – давление,
 μ и ρ – вязкость и плотность жидкости) следующего
вида [2]

$$\phi^+(z) = \alpha_\pi(z), \quad z \in \sigma_\pi, \quad (1.1)$$

$$\phi(z) = \alpha_c(z), \quad z \in \sigma_c, \quad (1.2)$$

где $\alpha_\pi(z)$ и $\alpha_c(z)$ – непрерывные периодические
функции.

Используем аффинное преобразование [2]

$$\zeta = z + \mu_0 \bar{z} \quad (1.3)$$

$$\left(\mu_0 = \frac{K_{22} - K_{11} - i(K_{12} + K_{21})}{K_{22} + K_{11} + 2\sqrt{D(K_s)}}, |\mu_0| < 1 \right),$$

где $D(K_s) = K_{11}K_{22} - (K_{12} + K_{21})^2 / 4 > 0$ – определитель
симметричной части $K_s = (K_{ij} - K_{ji}) / 2$ тензора про-
ницаемости $K = (K_{ij})$. Перейдем на вспомогательную
комплексную плоскость $\zeta = \xi + i\eta$ (ξ, η – декартовы ко-
ординаты). На плоскости ζ скважина того же дебита Q
расположена в точке ζ_0 , связанная с точкой z_0 преоб-
разованием (1.3) ($\zeta_0 = z_0 + \mu_0 \bar{z}_0$). На плоскости ζ , об-
ласть течения D' ограничена кривой $\Sigma' = \sigma'_\pi \cup \sigma'_c$ (σ'_π –
контур питания, σ'_c – эллипс с центром в точке ζ_0),

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Орловской области в рамках научного проекта №12-01-97522 p_центр_a.

являющейся согласно (1.3) образом кривой Σ . На границе Σ' условия (1.1), (1.2) принимают вид

$$\phi^+(\zeta) = \alpha'_\Pi(\zeta), \quad \zeta \in \sigma'_\Pi, \quad (1.4)$$

$$\phi(\zeta) = \alpha'_C(\zeta), \quad \zeta \in \sigma'_C. \quad (1.5)$$

Работу скважины моделируем стоком мощности Q ($Q > 0$), расположенном в точке ζ_0 плоскости ζ . Течение к скважине в отсутствие границы Σ' описывает обобщенный потенциал $\phi_0(\zeta)$, который представим в виде

$$\phi_0(\zeta) = Q\Phi(\zeta, \zeta_0). \quad (1.6)$$

Здесь $\Phi(\zeta, \zeta_0)$ – первое фундаментальное решение по переменной ζ уравнения Лапласа ($\Phi(\zeta, \zeta_0)$ – гармоническая функция ξ, η) [2]:

$$\Phi(\zeta, \zeta_0) = \frac{1}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln \frac{1}{|\zeta - \zeta_0|} \quad (1.7)$$

$$(|\zeta - \zeta_0| = [(\xi - \xi_0)^2 + (\eta - \eta_0)^2]^{1/2}).$$

Искомый обобщенный потенциал течения представим в виде

$$\phi(\zeta) = \phi_0(\zeta) + \phi_*(\zeta),$$

где $\phi_*(\zeta)$ – обобщенный потенциал возмущений, обусловленных наличием границы Σ' . Тогда условия (1.4), (1.5) запишем для $\phi_*(\zeta)$:

$$\phi_*^+(\zeta) = \alpha'_\Pi(\zeta) - \phi_0(\zeta), \quad \zeta \in \sigma'_\Pi, \quad (1.8)$$

$$\phi_*(\zeta) = \alpha'_C(\zeta) - \phi_0(\zeta), \quad \zeta \in \sigma'_C. \quad (1.9)$$

Для практики представляют интерес два случая исследования работы скважины в пласте грунта заданной проницаемости K . В первом из них определяются дебит скважины Q по заданным на контуре Σ давлениям (на контуре Σ' заданы $\alpha'_\Pi(z)$ и $\alpha'_C(z)$). Во втором случае находятся давления (значения $\alpha_C(z)$, $z = z_* \in \sigma_C$ на контуре скважины) по заданному дебиту Q и давлению (задана функция $\alpha_\Pi(z)$) на контуре питания σ_Π . В обоих случаях решение этой задачи состоит в отыскании обобщенного потенциала $\phi(\zeta)$ – гармонической функции, удовлетворяющей условиям (1.8) и (1.9). Эта задача относится к первой внутренней краевой задаче, которая имеет единственное решение [1].

Условие (1.9) выполняется на контуре скважины σ'_C , длина которого мала по сравнению с характерным размером области фильтрации. Поэтому можно потребовать выполнение условия (1.9) в какой-либо точке ζ_* контура σ'_C ($\zeta = \zeta_* \in \sigma'_C$). Однако, как будет показано далее, дебит скважины Q существенно зависит от выбора точки ζ_* . Чтобы значительно уменьшить эту зависимость, проведем усреднение условия (1.9), воспользовавшись тем, что обобщенный потенциал $\phi(\zeta)$ – гармоническая функция всюду в области D' . Контур скважины σ'_C – эллипс с полуосями A_C и B_C заменим окружностью $\tilde{\sigma}'_C$ «эффективного» радиуса R'_C такого, что площади круга радиуса R'_C и эллипса равновеликие (равные): $\pi R'^2_C = \pi A_C B_C$. Отсюда $R'_C = \sqrt{A_C B_C}$ или, как показано в [4], $R'_C = R_C \sqrt{1 - |\mu_0|^2}$.

Далее, согласно формулам (1.6) и (1.7), на контуре скважины $\tilde{\sigma}'_C$ радиуса R'_C условие (1.9) запишем

$$\phi(\zeta) = \alpha'_C(\zeta) - \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln \frac{1}{|\zeta - \zeta_0|}, \quad \zeta \in \tilde{\sigma}'_C.$$

Усредним $\phi_*(\zeta)$ на контуре $\tilde{\sigma}'_C$, учитывается, что в круге радиуса R'_C $\phi_*(\zeta)$ гармоническая функция. Имеем

$$\int_{\tilde{\sigma}'_C} \phi_*(\zeta) d\zeta = \int_{\tilde{\sigma}'_C} \alpha'_C(\zeta) d\zeta -$$

$$- \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \int_{\tilde{\sigma}'_C} \ln \frac{1}{|\zeta - \zeta_0|} d\zeta.$$

По теореме о среднем для гармонической функции $\phi_*(\zeta)$ находим

$$2\pi R'_C \phi_*(\zeta_0) = \int_{\tilde{\sigma}'_C} \alpha'_C(\zeta) d\zeta - \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln \frac{1}{R'_C} \cdot 2\pi R'_C,$$

где $\phi_*(\zeta_0)$ – значение обобщенного потенциала в точке ζ_0 .

Отсюда имеем на контуре $\tilde{\sigma}'_C$ условие

$$\phi_*(\zeta_0) = \langle \alpha'_C \rangle + \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln R'_C, \quad (1.10)$$

где $\langle \alpha'_C \rangle = \frac{1}{2\pi R'_C} \int_{\tilde{\sigma}'_C} \alpha'_C(\zeta) d\zeta$ – среднее значение

$\alpha'_C(\zeta)$ на контуре $\tilde{\sigma}'_C$.

Таким образом, заданное на контуре скважины σ'_C условие (1.9) сносится в точку ζ_0 забоя скважины (расположения стока, моделирующего работу скважины).

В частности, если $\alpha_C = \text{const} = C$, то $\alpha'_C = C$ и, учитывая $R'_N = R_N \sqrt{1 - |\mu_0|^2}$, условие (1.10) запишем

$$\phi_*(\zeta_0) = C + \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln [R_C \sqrt{1 - |\mu_0|^2}]. \quad (1.11)$$

Таким образом, будем решать далее задачу о работе скважины с условиями (1.8), (1.9) и (1.8), (1.11). Причем условие (1.9) выполняется на контуре σ'_C скважины или контуре $\tilde{\sigma}'_C$ скважины эффективного радиуса R'_C . Это позволит выяснить влияние выбора модели контура скважины на её дебит.

2. Решение задачи в случае скважины с круговым контуром питания

Пусть контур скважины – окружность σ_C : $x^2 + y^2 = R_C^2$, а контур питания – окружность σ_Π : $(x - h)^2 + y^2 = R_\Pi^2$ (рис. 2). Течение происходит в области D , ограниченной контуром $\Sigma = \sigma_\Pi \cup \sigma_C$ (направление обхода σ_Π указано стрелкой).

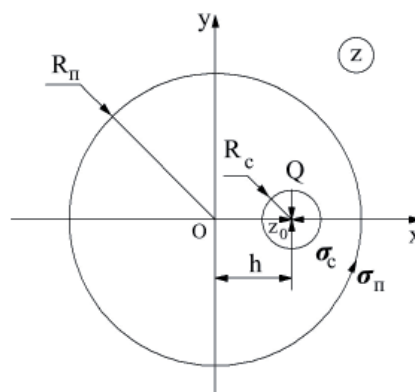


Рис. 2. Скважина с круговым контуром питания.

Согласно преобразованию (1.3) круговой контур питания σ_{Π} перейдет на вспомогательной плоскости $O\xi\eta$ в эллиптический контур σ'_{Π} . Согласно работе [4] уравнение контура σ'_{Π} в системе координат $O\xi_1\eta_1$, повернутой на угол ω ($\operatorname{tg} 2\omega = b/a$) относительно системы $O\xi\eta$, имеет канонический вид (A_{Π} и B_{Π} – полуоси эллипса)

$$\frac{\xi_1^2}{A_{\Pi}^2} + \frac{\eta_1^2}{B_{\Pi}^2} = 1, \quad (A_{\Pi} = R_{\Pi}(1 + |\mu_0|), \quad B_{\Pi} = R_{\Pi}(1 - |\mu_0|)) \quad (2.1)$$

Круговой контур скважины σ_C перейдет на вспомогательной плоскости $O\xi\eta$ в эллиптический контур σ'_C . В той же системе координат $O\xi_1\eta_1$ имеем каноническое уравнение эллипса σ'_C (A_C и B_C – полуоси эллипса):

$$\frac{\xi_1^2}{A_C^2} + \frac{\eta_1^2}{B_C^2} = 1, \quad (A_C = R_C(1 + |\mu_0|), \quad B_C = R_C(1 - |\mu_0|)). \quad (2.2)$$

Следуя [2], задачу о работе скважины в анизотропном пласте грунта сведем к решению системы интегрального уравнения

$$f(M) + 2 \int_{\sigma'_{\Pi}} f(N) \frac{\partial \Psi(N, M)}{\partial l_N} dl_N = 2[\alpha'_{\Pi}(M) - \phi_0(M)], \quad M \in \sigma'_{\Pi} \quad (2.3)$$

и интегрального соотношения

$$\int_{\sigma'_{\Pi}} f(N) \frac{\partial \Psi(N, M_0)}{\partial l_N} dl_N = C + \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln \left(R_C \sqrt{1 - |\mu_0|^2} \right). \quad (2.4)$$

Здесь $f(M)$ – функция класса Гёльдера, $\Psi(N, M)$ – функция, сопряженная первому фундаментальному решению (1.7).

$$\Psi(N, M) = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\sqrt{D(K_a)}}{\sqrt{D(K_s)}} \ln |\zeta_{1N} - \zeta_{1M}| - \arg(\zeta_{1N} - \zeta_{1M}) \right], \quad (2.5)$$

где $D(K_a) = (K_{12} - K_{21})^2 / 4$ – определитель антисимметричной части тензора проницаемости $K = (K_{ij})$, а $\zeta_{1N} = (\xi_{1N}, \eta_{1N})$, $\zeta_{1M} = (\xi_{1M}, \eta_{1M})$ – координаты точек M и N в системе координат $O\xi_1\eta_1$.

Решим систему (2.3) – (2.4) численно относительно функции $f(M)$ и дебита Q , входящего в $\phi_0(\zeta)$. Воспользуемся методом дискретных особенностей [5].

С учетом (2.5), ядро интегралов (2.3) и (2.4) представим следующим образом:

$$\frac{\partial \Psi(N, M)}{\partial l_N} = -\frac{1}{2\pi} \left[\left(V_{\xi} \frac{\sqrt{D(K_a)}}{\sqrt{D(K_s)}} - V_{\eta} \right) \vec{e}_{\xi} + \left(V_{\eta} \frac{\sqrt{D(K_a)}}{\sqrt{D(K_s)}} + V_{\xi} \right) \vec{e}_{\eta} \right] \cdot \vec{\tau}, \quad (2.6)$$

где

$$V_{\xi} = \frac{\xi_{1N} - \xi_{1M}}{(\xi_{1N} - \xi_{1M})^2 + (\eta_{1N} - \eta_{1M})^2},$$

$V_{\eta} = \frac{\eta_{1N} - \eta_{1M}}{(\xi_{1N} - \xi_{1M})^2 + (\eta_{1N} - \eta_{1M})^2}$, $\vec{e}_{\xi}$ и $\vec{e}_{\eta}$ – орты осей $O\xi$ и $O\eta$, $\vec{\tau}$ – орт касательной контура σ'_I (контур σ'_I обходится против часовой стрелки).

На вспомогательной плоскости в системе координат

$O\xi_1\eta_1$ зададим кривую σ'_I параметрически: $\xi_{1N} = A_{\Pi} \cos(\theta_N)$, $\eta_{1N} = B_{\Pi} \sin(\theta_N)$, $\xi_{1M} = A_{\Pi} \cos(\theta_M)$, $\eta_{1M} = B_{\Pi} \sin(\theta_M)$, $\theta_N \in [0, 2\pi]$, θ_N и θ_M – значения этого параметра в точках $N \in \sigma'_{\Pi}$ и $M \in \sigma'_{\Pi}$.

Учтем выражение (2.6) и равенства [3]:

$$dl_{\tau} = \sqrt{(\xi'_1(\theta_N))^2 + (\eta'_1(\theta_N))^2} d\theta_N, \quad \vec{\tau} = \frac{\xi'_1(\theta_N) \vec{e}_{\xi} + \eta'_1(\theta_N) \vec{e}_{\eta}}{\sqrt{(\xi'_1(\theta_N))^2 + (\eta'_1(\theta_N))^2}}, \quad (2.7)$$

$$\vec{r}_{MN} = (\xi_1(\theta_M) - \xi_1(\theta_N)) \vec{e}_{\xi} + (\eta_1(\theta_M) - \eta_1(\theta_N)) \vec{e}_{\eta},$$

где $\xi'_{1N}(\theta_N)$ и $\eta'_{1N}(\theta_N)$ – производные от $\xi_{1N}(\theta_N)$ и $\eta_{1N}(\theta_N)$ по параметру θ .

Обозначим ядро интеграла в уравнении (2.3) следующим образом:

$$\Omega(M, N) = -\frac{1}{2\pi} \left[\left(V_{\xi} \frac{\sqrt{D(K_a)}}{\sqrt{D(K_s)}} - V_{\eta} \right) \xi'_{1N}(\theta_N) + \left(V_{\eta} \frac{\sqrt{D(K_a)}}{\sqrt{D(K_s)}} + V_{\xi} \right) \eta'_{1N}(\theta_N) \right]. \quad (2.8)$$

Систему (2.3) – (2.4), представим с учетом равенств (2.6)–(2.8), в следующем виде

$$f_i + 2 \int_{\sigma'_{\Pi}} f(N) \Omega(N, M_i) dl_N = 2[\alpha'_{\Pi} - \phi_{0i}], \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.9)$$

$$\int_{\sigma'_{\Pi}} f(N) \Omega(N, M_0) dl_N = .$$

$$= C + \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln \left(R_C \sqrt{1 - |\mu_0|^2} \right) \quad (2.10)$$

Интегральное уравнение (2.3) совместно с интегральным соотношением (2.4) решим численно. Для этого разобьем контур σ'_{Π} на n равных частей по параметру θ с шагом h . Получим множество точек $E = \{\theta_k, k = 1, 2, \dots, n\}$. Заменим по квадратурным формулам прямоугольника интегралы в системе (2.3)–(2.4) суммами:

$$\int_{\sigma'_{\Pi}} f(N) \Omega(N, M_i) dl_N = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n f(N_j) \Omega(N_j, M_i) \Delta l_{N_j}, \quad (2.11)$$

$$\int_{\sigma'_{\Pi}} f(N) \Omega(N, M_0) dl_N = \sum_{j=1}^n f(N_j) \Omega(N_j, M_0) \Delta l_{N_j}. \quad (2.12)$$

Используя соотношения (2.11) и (2.12), перейдем от системы (2.9), (2.10) к системе $n+1$ линейных неоднородных алгебраических уравнений:

$$f_j + 2 \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n f_j \Omega_{ji} \Delta l_j = 2[\alpha'_{\Pi} - \phi_{0i}], \quad i = \overline{1, n}, \quad (2.13)$$

$$\sum_{j=1}^n f_j \Omega_{j0} \Delta l_j = C + \frac{Q}{2\pi\sqrt{D(K_s)}} \ln \left(R_C \sqrt{1 - |\mu_0|^2} \right). \quad (2.14)$$

Решая систему уравнений (2.13)–(2.14) методом Гаусса, находим значения функций f_j , $j=1, 2, \dots, n$ и искомым дебит Q .

3. Дебит скважины

С целью изучения влияния анизотропии грунта на дебит Q введем величину (относительный дебит)

$$\varepsilon = \frac{Q}{Q_0} - 1, \quad (3.1)$$

где Q_0 – дебит скважины радиуса R_C с круговым контуром питания радиусом R_{Π} в случае изотропного грунта, рассчитываемый по формуле (см., например, [7])

$$Q_0 = \frac{2\pi(C - C_0)}{\ln(R_{\Pi}^2 - h^2) - \ln(R_{\Pi}R_C)}, \quad (3.2)$$

где C и C_0 – постоянные давления на контурах скважины и питания. Далее выбираем $C = 1, C_0 = 0$.

Для исследования влияния на дебит Q различных компонентов тензора проницаемости грунта K введем коэффициенты

$$\alpha = \frac{K_{22}}{K_{11}} > 0, \quad \beta = \frac{K_{12} + K_{21}}{2K_{11}}, \quad \gamma = \frac{K_{12} - K_{21}}{2K_{11}}, \quad (\beta^2 < \alpha).$$

Исследуем влияние выбора положения точки ζ_* на контурах σ'_C и $\tilde{\sigma}'_C$ на относительный дебит ε и сопоставим полученные результаты с вычисленным значением относительного дебита ε на основе граничного условия (1.11). На рис. 3 представлены графики относительного дебита для различных координат точки $z \in \sigma_C$. Дебит скважины в случае выполнения условия (1.2) в точке $z_*(R_C, 0)$ на 30% превосходит дебит скважины, если условие (1.2) выполняется в точке $z_*(0, R_C)$.

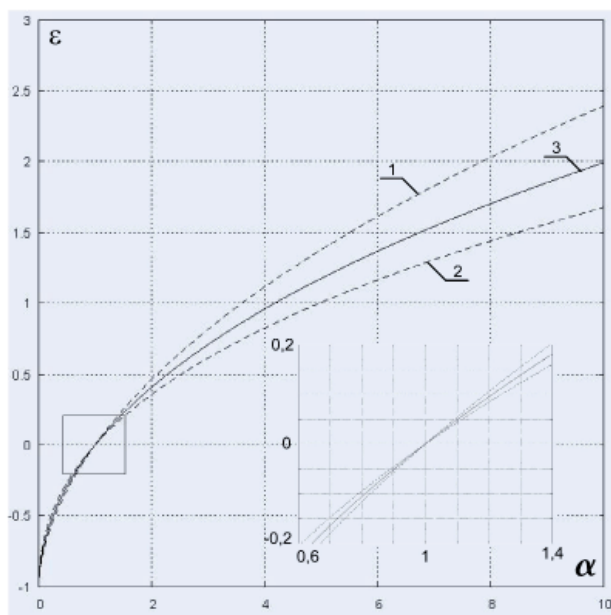


Рис.3. Относительный дебит скважины ε в случае условия (1.2) при $z = z_* \in \sigma_C, z_*(R_C, 0)$ (кривая 1) и $z_*(0, R_C)$ (кривая 2) и условия (1.11) (кривая 3) ($h=0, \beta=0, \gamma=0, R_{\Pi} = 10^2 R_C$).

В таблице 1 приведены значения ε при $z_*(R_C, 0), z_*(0, R_C), z_*(R'_C, 0), z_*(0, R'_C)$ и условии (1.11) для $\alpha=10, h=0, \beta=0, \gamma=0, R_{\Pi} = 10^2 R_C, N=200$. Различие в относительном дебита ε для условия (1.11) и (1.2) незначительно (менее 1%), если $z_* \in \tilde{\sigma}'_C$.

В таблице 2 приведены значения ε при $z_*(R_C, 0), z_*(0, R_C), z_*(R'_C, 0), z_*(0, R'_C)$ и условии (1.11) для $\alpha=10, h=0, \beta=0, \gamma=0, R_{\Pi} = 10^3 R_C, N=200$. Различие в относительном дебита ε для условия (1.11) и (1.2) незначительно (менее 1%), если $z_* \in \tilde{\sigma}'_C$. При $R_{\Pi} = 10^3 R_C$ дебит скважины в случае выполнения условия (1.2) в точке $z_*(R_C, 0)$ на 21% превосходит дебит скважины,

когда условие (1.2) выполняется в точке $z_*(0, R_C)$.

Таблица 1.

Влияние выбора точки $z = z_* \in \sigma_C$ и $z_* \in \tilde{\sigma}'_C$ на изменения относительного дебита ε

Координаты точки z_*	Относительный дебит ε
$z_*(R_C, 0)$	2.3939
$z_*(0, R_C)$	1.6759
$z_*(R'_C, 0)$	1.9980
$z_*(0, R'_C)$	1.9866
условие (1.11)	1.9924

Таблица 2.

Влияние выбора точки $z = z_* \in \sigma_C$ и $z_* \in \tilde{\sigma}'_C$ на изменения относительного дебита ε

Координаты точки z_*	Относительный дебит ε
$z_*(R_C, 0)$	2.3129
$z_*(0, R_C)$	1.8205
$z_*(R'_C, 0)$	2.0508
$z_*(0, R'_C)$	2.0430
условие (1.11)	2.0469

Таким образом, из результатов, представленных в таблицах 1 и 2, следует, что с ростом отношения R_{Π} / R_N на порядок влияние выбора точки z_* на контуре приведенного радиуса уменьшается.

На рис. 4, 5 и 6 представлены зависимости относительного дебита ε от значений коэффициентов α, β и γ . Расчет проведен в случае условия (1.11). Видно, что анизотропия грунта может сильно сказываться на дебите Q (может его увеличивать или уменьшать по отношению к Q_0). С увеличением отношения недиагональных к диагональным компонентам тензора (K_{ij}) (увеличение коэффициентов β и γ , коэффициент α – фиксирован) влияние анизотропии уменьшается. Количество точек разбиения $N=200$. На рис. 4 и 5 представлены зависимости относительного дебита ε при значениях $h = R_{\Pi} / 4$ и $h = R_{\Pi} / 2$, дебит ε отличается незначительно (на 2%). На рис. 4 и 6 представлены зависимости относительного дебита ε при значениях $\gamma = 0$ и $\gamma = 2$, дебит ε отличается незначительно (менее 1%). Из результатов моделирования следует, что основное влияние на дебит скважины в анизотропной среде оказывают диагональные компоненты тензора проницаемости K_{11} и K_{22} .

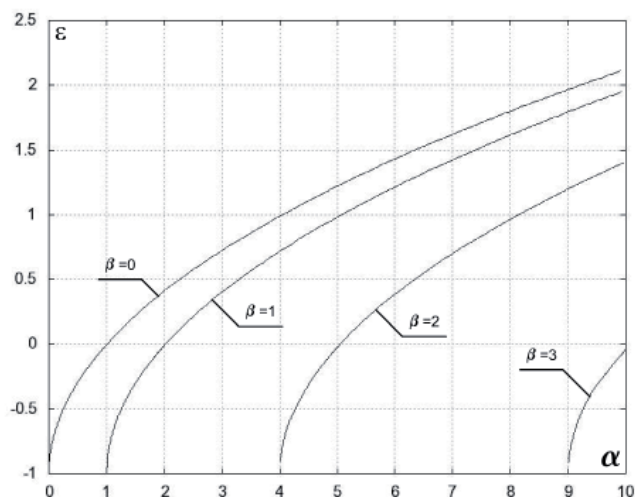


Рис.4. Зависимости относительного дебита скважины ε от коэффициентов α и β , $\gamma = 0$, $h = R_{\Pi} / 4$, $R_{\Pi} = 10^3 R_C$.

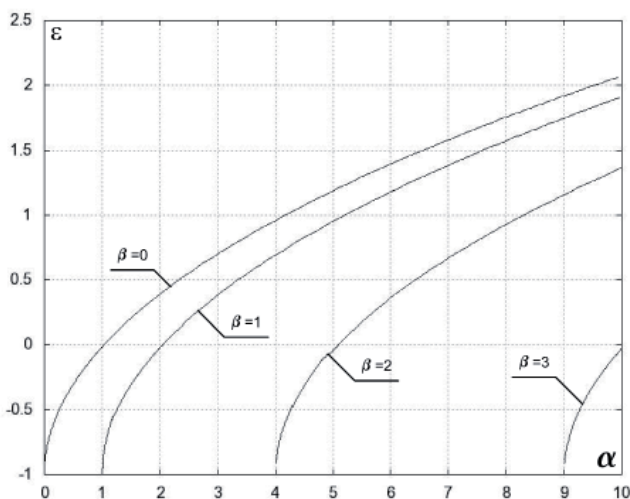


Рис.5. Зависимости относительного дебита скважины ε от коэффициентов α и β , $\gamma = 0$, $h = R_{\Pi} / 2$, $R_{\Pi} = 10^3 R_C$.

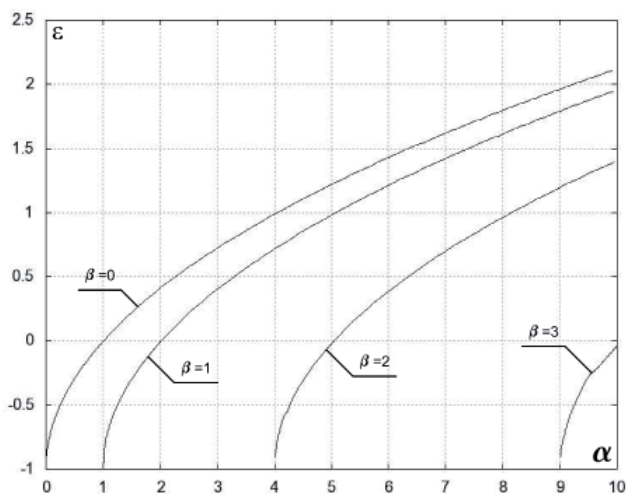


Рис.6. Зависимости относительного дебита скважины ε от коэффициентов α и β , $\gamma = 2$, $h = R_{\Pi} / 4$, $R_{\Pi} = 10^3 R_C$.

4. Исследование практической сходимости решения

При использовании метода дискретных особенностей необходимо исследовать практическую сходимость полученного решения. Исследовалась зависимость изменения относительного дебита ε от изменения числа N точек разбиения. Полученные результаты представлены в таблицах 3 и 4 для $\alpha=10$ и $\alpha=100$ соответственно. При исследовании практической сходимости положим $R_{\Pi} = 10^3 R_C$, $h=0$, $\beta=0$ и $\gamma=0$, выполняется условие (2.1). Определим практическую сходимость по формуле:

$$\kappa = \left| 1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_p} \right| \times 100\%, \quad (4.1)$$

где ε – значение относительного дебита при числе точек разбиения N , ε_p – предыдущее значение относительного дебита. Данные, характеризующие практическую сходимость решения, представлены в таблицах 3 и 4. Видно, что с ростом числа точек разбиения практическая сходимость полученного решения улучшается. С ростом α практическая сходимость решения незначительно ухудшается.

Таблица 3.

Зависимость изменения относительного дебита ε от изменения числа N точек разбиения при $\alpha=10$

N	ε	κ
50	2.0604	-
100	2.0469	0,65
150	2.0469	$3,86 \cdot 10^{-5}$
200	2.0469	$1,97 \cdot 10^{-5}$

Таблица 4.

Зависимость изменения относительного дебита ε от изменения числа N точек разбиения при $\alpha=100$

N	ε	κ
50	8.1800	-
100	7.8031	4.61
150	7.8032	$1,11 \cdot 10^{-3}$
200	7.8032	$5,59 \cdot 10^{-5}$

Библиографический список

1. Пивень В.Ф. Единственность решения граничных задач фильтрации в анизотропно-неоднородной пористой среде // Вестник Харьковского национального университета, 2007; 775. С. 205-215.
2. Пивень В. Ф. Задача о работе системы скважин в анизотропном пласте грунта // Труды XIV Международного симпозиума «МДОЗМФ», 2009. С.394-397.
3. Аксютин А.А. Математическое моделирование граничных задач фильтрации к скважине в неоднородных слоях грунта: дис. канд. физ.-мат. н. Орел, 2000. 153 с.
4. Пивень В. Ф., Лекомцев Д. Г. Математическое моделирование работы совершенной скважины с прямолинейным контуром питания в анизотропном пласте грунта // Ученые записки Орловского государственного университета, 2012; № 3. С. 69-74.
5. Лифанов И. К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент. М.: ТОО “Янус”. 1995.
6. Пивень В.Ф. Постановка основных граничных задач фильтрации в анизотропной пористой среде // Труды XIII Международного симпозиума «МДОЗМФ», 2007. С. 239-243.
7. Полубаринова-Кочина П. Я. Теория движения грунтовых вод. М.: Наука, 1977.

References

1. Piven V.F. The uniqueness of a solution of boundary-value problems of filtration in the anisotropic inhomogeneous porous medium // Kharkov National University Bulletin 2007; 775. Pp. 205-215.
2. Piven V.F. The problem of the system of wells in an anisotropic formation of soil // Proceedings of the XIV International Symposium «MDOZMF», 2009. Pp. 394-397.
3. Aksyukhin A.A. Mathematical modeling of the boundary problems filtering into the well in heterogeneous layers of the soil: a thesis of the candidate of physical and mathematical sciences. Orel, 2000. 153 c.
4. Piven V.F., Lekomtcev D.G. Mathematical modelling work of the drilled well width direct external boundary of reservoir in anisotropic bedlayer // Scientific notes of Orel state University, 2012; №3. Pp. 69-74.
5. Lifanov I.K. The method of singular integral equations and numerical experiment. M.: TOO “Yanus”. 1995.
6. Piven V.F. Statement of the basic boundary value problems of filtration in the anisotropic porous medium // Proceedings of the XIII International Symposium «MDOZMF», 2007; Pp. 239-243.
7. Polubarinova-Kochina P.Y. The theory of movements of ground water. M.: Nauka, 1977.

А.А. ПРОСКУРИН

сотрудник, Академия Федеральной службы охраны
РФ
E-mail: sansan@orel.ru

А.А. PROSKURIN

Staffer of Federal Guard Service Academy of the RF
E-mail: sansan@orel.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕКОДЕРА НИЗКОПЛОТНОСТНЫХ КОДОВ,
ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

MATHEMATICAL MODEL OF LDPC CODES DECODER, USED IN BACKBONE FIBER OPTIC NETWORKS

Использование известных алгоритмов декодирования низкоплотностных кодов при реализации декодеров на скоростях 10, 40 и 100 Гбит/с приводит к значительному увеличению ресурсоемкости. Современные программируемые логические интегральные схемы максимальной степени интеграции не могут обеспечить требуемую ресурсоемкость для реализации декодеров в реальном масштабе времени. В статье предлагается новая математическая модель декодера низкоплотностных кодов, отличающаяся от известных методом вычисления сообщений от символьных вершин к проверочным вершинам графа Таннера.

Ключевые слова: помехоустойчивое кодирование, низкоплотностные коды (НПК), алгоритм итеративного распространения доверия, магистральные волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).

Using the known decoding algorithms in the implementation of low-density parity check codes decoders at speeds of 10, 40 and 100 Gb / s leads to a significant increase in resource consumption. Contemporary programmable logic devices of maximum degree of integration can not provide a resource use device for decoder realization in real time. The paper proposes a modified mathematical model decoding low-density parity check codes, different from the known by method of implementation messages from symbol nodes to check nodes.

Keywords: forward error correction (FEC), low-density parity check (LDPC) codes, iterative believe propagation (IBP) algorithm, backbone fiber optic networks, Field Programmable Gate Array (FPGA).

Использование помехоустойчивого кодирования в магистральных ВОЛС за последние пятнадцать лет претерпело бурное развитие. В настоящее время можно выделить четыре поколения помехоустойчивых кодов, используемых для исправления ошибок в передаваемых высокоскоростных цифровых потоках (рисунок 1) [4].

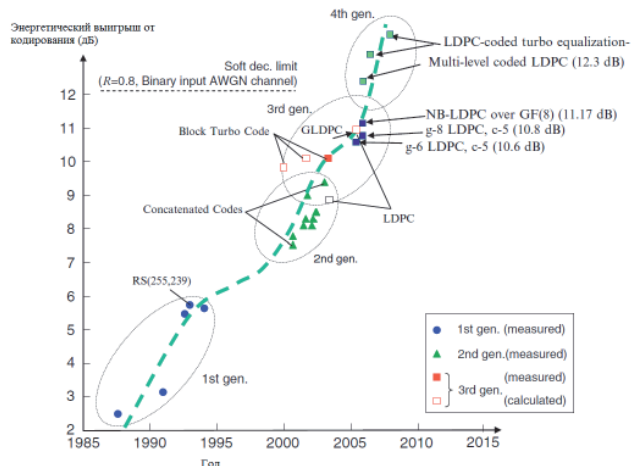


Рис. 1. Поколения помехоустойчивых кодов, используемых в магистральных ВОЛС.

К первому поколению помехоустойчивых кодов относятся коды Рида-Соломона (РС), описанные в рекомендации G.709. Для обеспечения большего энергетического выигрыша от кодирования при той же избыточности были разработаны каскадные схемы ко-

дирования в соответствии с рекомендацией G.975.1, относящиеся ко второму поколению. Переход к третьему и четвертому поколению помехоустойчивых кодов вызван увеличением скорости передачи данных в магистральных ВОЛС свыше 10 Гбит/с и применением различных видов модуляции и волнового уплотнения. Данный этап характеризуется применением низкоплотностных кодов с различными параметрами и использованием мягких решений демодулятора, что позволяет существенно повысить энергетическую эффективность волоконно-оптической системы передачи информации.

Низкоплотностный (N, K) код является классом двоичных линейных систематических блочных кодов [1], характеристики и параметры которого полностью описываются проверочной матрицей H размерности $(N, K) \times N$. Также НПК-код может быть описан с помощью двудольного графа Таннера [2], состоящего из (N, K) проверочных вершин и N символьных вершин. Регулярный НПК представляет собой (d_w, d_c) код, в котором каждая символьная вершина связана с d_w проверочными вершинами (d_w – степень символьных вершин), а каждая проверочная вершина связана с d_c символьными вершинами (d_c – степень проверочных вершин) [3]. На рисунке 2 представлен граф Таннера для регулярного НПК с параметрами $(N = 12, K = 4, d_w = 2, d_c = 3)$.

Наиболее общим алгоритмом декодирования НПК является алгоритм итеративного распространения доверия (IBP), представленный на рисунке 3. В процессе

итеративного декодирования НПК происходит обновление сообщений от проверочных вершин графа Таннера к символьным вершинам и наоборот. По мере достижения заданного количества итераций или срабатывания критерия остановки декодирования производится оценка канального символа и вычисление жесткого решения.

На рис. 3 промежуточные решения γ_s представляют собой мягкий выход демодулятора, окончательные решения μ_s – мягкий выход декодера, последовательность $\hat{x}$ – жесткое решение μ_s , функции $\mu_{E,s}$ и $\mu_{s,E}$ определяют решения уравнений по символьным вершинам s и проверочным вершинам E соответственно.

Для практической реализации декодера НПК на ПЛИС наибольший интерес представляет модификация алгоритма IBP – алгоритм минимума суммы (MinSum). Промежуточная функция $\mu_{s,E}$ вычисляется по сумме всех проверок, входящих в состояние s , за исключением вершины E :

$$\mu_{s,E}(a) = \gamma_s(a) + \sum_{s' \in E', E' \neq E} \mu_{E',s}(a). \quad (1)$$

Функция $\mu_{E,s}$ вычисляется по всем символьным вершинам, связанным с проверочной вершиной E , за исключением символьной вершины s :

$$\mu_{E,s}(a) = \min_{x_s=a} \left[\gamma_E(x_E) + \sum_{s' \in E, s' \neq s} \mu_{s',E}(x_{s'}) \right] \quad (2)$$

Окончательные решения равны:

$$\mu_s(a) = \gamma_s(a) + \sum_{s' \in E'} \mu_{E',s}(a) \quad (3)$$

$$\mu_E(a) = \gamma_E(a) + \sum_{s' \in E} \mu_{s',E}(a_{s'}) \quad (4)$$

Общее решение алгоритма минимума суммы:

$$G(x) = \sum_E \gamma_E(x_E) + \sum_s \gamma_s(x_s) \quad (5)$$

Анализ стандартного алгоритма MinSum позволяет сделать вывод, что исключение из процессов суммирования и поиска минимума вершины графа Таннера (изолированной вершины E и s) приводит к увеличению требуемого количества операций примерно вдвое. Отказ от изолирования вершины при вычислении выражений (1) и (2) приводит к увеличению взаимной корреляции сообщений от символьных и проверочных вершин, что уменьшает помехоустойчивость алгоритма. Снижение помехоустойчивости при включении изолированной вершины в расчет сообщений от символьных вершин (рис. 5(a)) и сообщений от проверочных вершин (рис. 5(b)) позволяет сделать вывод, что первый подход снижает помехоустойчивость примерно на 0,8 дБ, а второй абсолютно неприемлем, так как размножает ошибки даже при их отсутствии в канале.

Таким образом, предлагается использовать модифи-

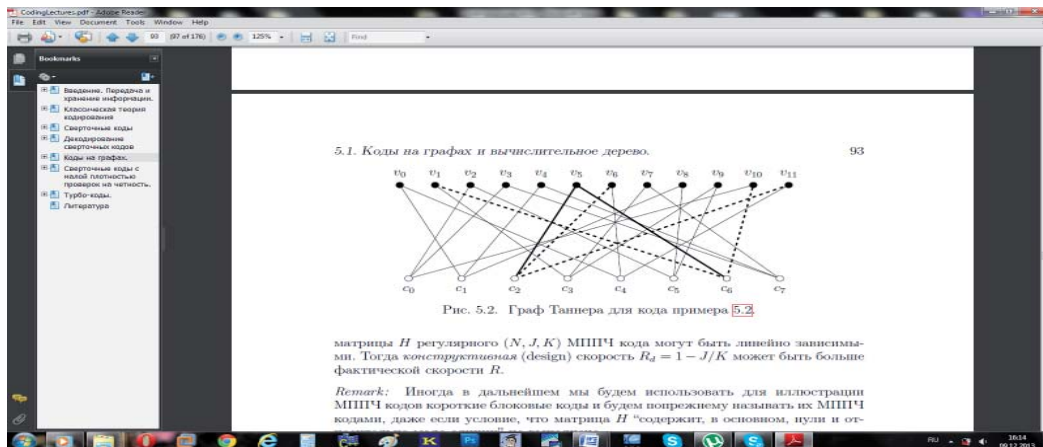


Рис. 2. Пример графа Таннера регулярного НПК.

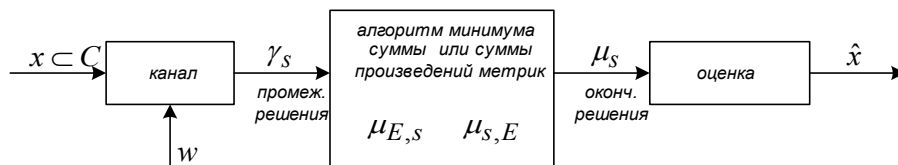


Рис. 3. Обобщенная структурная схема алгоритма IBP.

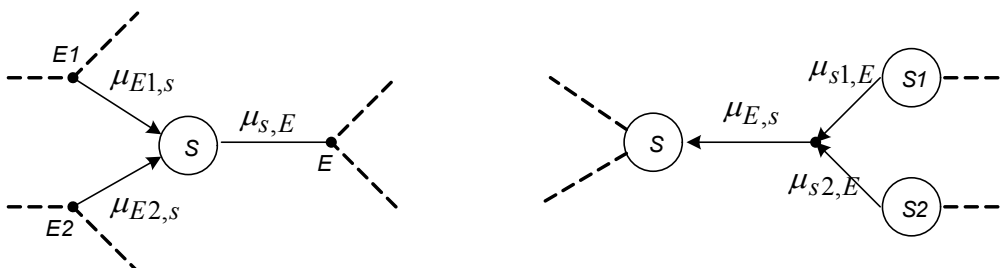


Рис. 4. Процесс обновления сообщений между вершинами графа Таннера в алгоритме IBP.

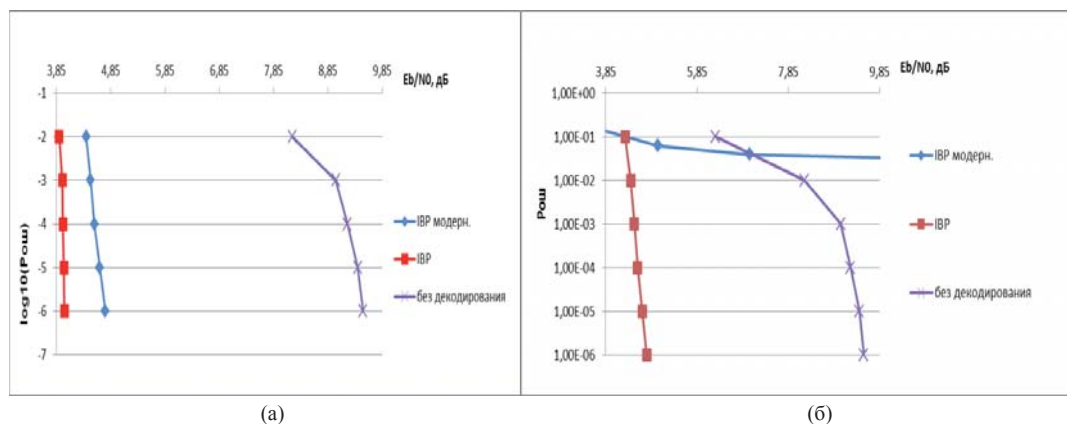


Рис. 5. Сравнение помехоустойчивости стандартного алгоритма MinSum и алгоритмов с учетом символической (а) и проверочной (б) изолированной вершины.

цированный алгоритм декодирования НПК, позволяющий существенно увеличить быстродействие декодера при незначительном снижении помехоустойчивости. В процессе декодирования в соответствии с принятыми канальными отношениями правдоподобия (L_{ch}) итеративно обновляются логарифмические отношения правдоподобия символических вершин (L_v) и проверочных вершин ($L_{c \rightarrow v}$). Ниже приводится пошаговое описание алгоритма.

1. Для всех символических вершин графа Таннера $v = 0, 1, 2, \dots, n-1$ произвести инициализацию:

$$L_v = L_{ch} \quad (6)$$

2. Для всех проверочных вершин $c = 0, 1, 2, \dots, n-k-1$ обновить логарифмические отношения правдоподобия проверочных вершин:

$$L_{c \rightarrow v} = F_{N(c)\{v\}} L_v, \quad (7)$$

где $F(L_1, L_2) = \alpha \times (\text{sign}(L_1) \text{sign}(L_2) \times \min(|L_1|, |L_2|))$.

3. Для всех символических вершин графа Таннера $v = 0, 1, 2, \dots, n-1$ обновить логарифмические отношения правдоподобия символических вершин:

$$L_v = L_{ch}(v) + \sum_{N(v)} L_{c \rightarrow v}. \quad (9)$$

4. Для всех символических вершин графа Таннера $v = 0, 1, 2, \dots, n-1$ принять решение:

$$v = \begin{cases} 0, & \text{если } L(v) < 0 \\ 1, & \text{если } L(v) \geq 0 \end{cases}. \quad (10)$$

Необходимо отметить, что корректирующий коэффициент α в выражении (8) выбирается эмпирически для каждого конкретного НПК и затем статистически проверяется в процессе моделирования. На рисунке 6 пред-

ставлена зависимость помехоустойчивости декодера НПК(32640,30592) от выбора значения коэффициента коррекции α .

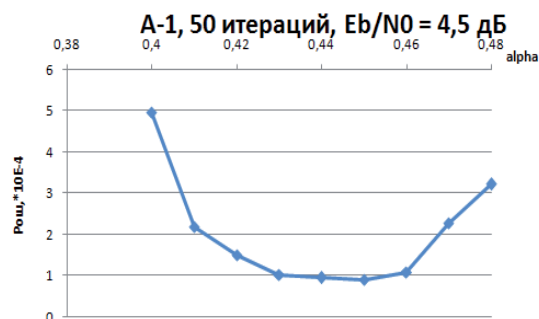


Рис. 6. Зависимость вероятности ошибки декодирования НПК(32640,30592) от коэффициента коррекции.

На основе предложенной математической модели был реализован декодер НПК(32640,30592) в соответствии с рекомендацией G. 975.1 (приложение I.6) на базе ПЛИС фирмы Xilinx семейства Virtex 6. Ресурсоемкость декодера приведена в таблице 1. Сокращение временной сложности разработанного алгоритма позволяет производить 50 итераций декодирования при обработке цифровых потоков магистральных ВОЛС со скоростью 40 Гбит/с.

Направлением дальнейших исследований является поиск методов аналитического расчета корректирующего коэффициента и реализация декодеров третьего и четвертого поколений на базе разработанного модернизированного алгоритма.

Таблица 1.

Ресурсоемкость декодера НПК(32640, 30592) при реализации на ПЛИС фирмы Xilinx XC6VLX240T-FF1156С

Кол-во лог.элементов			Кол-во умножителей			Объем памяти (Кбит)		
Требуемое значение	Ресурс ПЛИС	%	Требуемое значение	Ресурс ПЛИС	%	Требуемое значение	Ресурс ПЛИС	%
23 446	37 680	62	112	768	15	11 232	14 976	75

Библиографический список (References)

- Gallager R. G. Low Density Parity Check Codes. Cambridge, MA: MIT Press, 1963.
- Tanner R. M. A recursive approach to low complexity codes. IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 27, pp. 533-547, Sept. 1981.
- Wilson R. The introduction to graph theory. M.: Mir, 1977.
- Djordjevic I., Ryan W., Vasic B. Coding for Optical Channels. Springer Science + Business Media, LLC, 2010.

УДК 517.547

UDC 517.547

О.Д. СОЛОМАТИН

кандидат физико-математических наук, профессор,
кафедра математического анализа и дифференци-
альных уравнений, Орловский государственный уни-
верситет
E-mail: solomatin_od@bk.ru

O.D. SOLOMATIN

Candidate of physical and mathematical sciences,
professor of chair of the mathematical analysis and
differential equations, Orel state university
E-mail: solomatin_od@bk.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСТА ЦЕЛОЙ ВЕКТОРНОЗНАЧНОЙ ФУНКЦИИ НУЛЕВОГО ПОРЯДКА

CHARACTERISTICS OF AN ENTIRE VECTOR-VALUED FUNCTION OF ZERO ORDER

В статье доказаны теоремы и формулы для подсчета порядка и типа целой векторнозначной функции нулевого порядка с помощью коэффициентов ее степенного разложения.

Ключевые слова: целые векторнозначные функции, локально выпуклое пространство, логарифмический порядок и тип, целые векторнозначные функции нулевого порядка.

In the article we prove theorems and formulas to calculate the order and type of an entire vector-valued function of zero order with the help of the coefficients of its power series expansion.

Keywords: the whole vector-valued functions, locally convex space, logarithmic order and type, the whole function of zero order.

Если трансцендентная функция имеет нулевой порядок роста, то для изучения ее роста рассматривается логарифмическая шкала роста.

Определение 1. Пусть $f: \mathbb{C} \rightarrow H$ – целая векторнозначная функция нулевого порядка роста. Величина

$$\gamma_p = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\ln \ln M(f, r, p)}{\ln \ln r}, \quad \gamma_p > 1$$

называется логарифмическим p -порядком функции f , а число $\gamma(f) = \sup_{(p)} \{\gamma_p\}$ – ее логарифмическим порядком.

Из определения, в частности, следует, что $\forall \varepsilon > 0$

$$M(f, r, p) < C_p e^{(\ln r)^{\gamma_p + \varepsilon}}, \quad \forall r > 0,$$

и существует последовательность $\{r_k\}: r_k \rightarrow \infty$, такая, что

$$M(f, r_k, p) > e^{(\ln r_k)^{\gamma_p - \varepsilon}}, \quad k = 1, 2, \dots$$

Определение 2. Пусть функция f имеет конечный логарифмический p -порядок $\gamma_p > 1$, тогда величина

$$\nu_p = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\ln M(f, r, p)}{(\ln r)^{\gamma_p}}$$

называется логарифмическим p -типом функции f , а число $\nu(f) = \sup_{(p)} \{\nu_p\}$ – ее логарифмическим типом.

Отметим, что из определения, в частности, следует:

$$1) \forall \varepsilon > 0 \quad M(f, r, p) < C_p e^{(\nu_p + \varepsilon)(\ln r)^{\gamma_p}}, \quad \forall r > 0;$$

$$2) \exists r_k \rightarrow \infty, \quad M(f, r_k, p) > e^{(\nu_p - \varepsilon)(\ln r_k)^{\gamma_p}}, \quad k = 1, 2, \dots$$

Примечание 1. Случай $\gamma_p \leq 1$ не рассматривается, поскольку он соответствует степенному росту величины $M(f, r, p)$. Действительно, по определению, если f имеет логарифмический p -порядок γ_p и p -тип ν_p , то для любого $\varepsilon > 0$ имеем

$$M(f, r, p) < C_p e^{(\nu_p + \varepsilon)(\ln r)^{\gamma_p}}, \quad \forall r > 0.$$

Пусть $0 < \gamma_p \leq 1$, тогда

$$M(f, r, p) < C_p e^{(\nu_p + \varepsilon)(\ln r)^{\gamma_p}} < C_p e^{(\nu_p + \varepsilon)(\ln r)^1} = C_p e^{\ln r^{\nu_p + \varepsilon}} =$$

$$= C_p r^{\nu_p + \varepsilon},$$

то есть f – векторный многочлен степени не выше $\nu_p + \varepsilon$.

Если $0 < \nu_p + \varepsilon < \varepsilon_1$, то $f \equiv \text{const}$.

Если $\gamma_p = 1$ и f – не многочлен, тогда ее логарифмический p -тип $\nu_p = \infty$.

Таким образом, при $0 < \gamma_p \leq 1$ f – либо многочлен, либо целая трансцендентная функция логарифмического p -порядка 1 и бесконечного логарифмического p -типа.

Примечание 2. Отметим, что определения логарифмического p -порядка и логарифмического p -типа можно описать и посредством нижней точной грани соответствующего числового множества, как это делается в случае определения p -порядка и p -типа для экспоненциальной шкалы роста.

Логарифмические характеристики роста целой функции можно вычислить с помощью коэффициентов ее степенного разложения. Именно справедлива

Теорема. Логарифмический p -порядок целой векторнозначной функции $f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x_n z^n$, $x_n \in H$ равен γ_p тогда и только тогда, когда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n}{\ln \ln \frac{1}{\|x_n\|_p}} = \frac{\gamma_p - 1}{\gamma_p}, \quad \forall p. \quad (1)$$

Функция конечного логарифмического p -порядка $\gamma_p > 1$ имеет логарифмический p -тип ν_p , который вычисляется по формуле

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^{\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1}}}{-\ln \|x_n\|_p} = \left(\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1} \right) (\nu_p \gamma_p)^{\frac{1}{\gamma_p - 1}}, \quad \forall p. \quad (2)$$

Замечание. Отметим, что если предел (1) равен нулю, то, очевидно, $\gamma_p = 1$, и в этом случае трансцендентная функция $f(z)$ имеет бесконечный логарифмический p -тип.

При доказательстве этой теоремы мы используем следующие леммы.

Лемма 1. Пусть

$$M(f, r, p) < e^{v(\ln r)^\gamma}, \quad \gamma > 1, \quad v > 0, \quad r > r_0(p, v, \gamma).$$

Тогда

$$\|x_n\|_p \leq \exp \left\{ - \left(\frac{\gamma-1}{\gamma} \right) \left(\frac{1}{v\gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} n^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \right\}, \quad n > n_0(p, v, \gamma). \quad (3)$$

Доказательство. Согласно условию леммы

$$\|x_n\|_p \leq \frac{M(f, r, p)}{r^n} < \frac{\exp \{v(\ln r)^\gamma\}}{r^n} = y(r), \quad (4)$$

$$n = 1, 2, \dots; \quad r > r_0(v, \gamma, p).$$

Левая часть последнего неравенства не зависит от r , и, следовательно, r можно выбирать. Функция $y(r)$ определена при $r > 0$ и непрерывно дифференцируема. Найдем минимум функции $y(r)$. Имеем

$$(\ln y(r))' = \frac{y'(r)}{y(r)} = \frac{v\gamma(\ln r)^{\gamma-1}}{r} - \frac{n}{r} = 0.$$

Отсюда следует, что минимум функции $y(r)$ достигается в точке

$$r_y = \exp \left\{ \left(\frac{n}{v\gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \right\}, \quad n > n_0(v, \gamma).$$

Полагая в (4) $r = r_y$, получаем

$$\begin{aligned} \|x_n\|_p &< \exp \left\{ v \left(\frac{n}{v\gamma} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} - n \left(\frac{n}{v\gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \right\} = \\ &= \exp \left\{ \frac{1-\gamma}{\gamma} \left(\frac{1}{v\gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} n^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \right\}, \quad n > n_0(v, \gamma). \end{aligned}$$

Лемма 1 доказана.

Лемма 2. Пусть коэффициенты x_n функции $f: \mathbb{C} \rightarrow H$ удовлетворяют условию (3). Тогда

$$M(f, r, p) < \exp \{ (v + \delta)(\ln r)^\gamma \}, \quad \forall \delta > 0, \quad r > r_0(p, \delta).$$

Доказательство. Из (3) следует, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|x_n\|_p} = 0, \quad \forall p.$$

Поэтому $f(z)$ – целая векторнозначная функция, и ее степенной ряд сходится абсолютно в $\mathbb{C}$. В силу (3) имеем

$$\begin{aligned} \|x_n\|_p r^n &< \exp \left\{ \frac{1-\gamma}{\gamma} \left(\frac{1}{v\gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} n^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \right\} r^n = \\ &= \left[\exp \left\{ \frac{1-\gamma}{\gamma} \left(\frac{n}{v\gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \right\} r \right]^n, \quad n > n_0(p, v, \gamma). \end{aligned}$$

Если обозначить для краткости

$$\eta = \left(\frac{1-\gamma}{\gamma} \right) \left(\frac{1}{v\gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}},$$

то последнее неравенство запишется в виде

$$\|x_n\|_p r^n < \left[\exp \left(\eta n^{\frac{1}{\gamma-1}} \right) r \right]^n, \quad n > n_0(p, v, \gamma).$$

Пусть $N = N(r, p)$ – наименьшее целое, удовлетворяющее условию

$$e^{\eta N^{\frac{1}{\gamma-1}}} r < \frac{1}{2},$$

то есть

$$N > \left[- \frac{\ln(2r)}{\eta} \right]^{\gamma-1}.$$

Отсюда

$$\left(- \frac{\ln(2r)}{\eta} \right)^{\gamma-1} < N(r, p) \leq \left(- \frac{\ln(2r)}{\eta} \right)^{\gamma-1} + 1.$$

При больших $r > r_0$ число $N(r, p) > r_0$, поэтому

$$\|x_n\|_p r^n < \left(\frac{1}{2} \right)^n, \quad r > r_0, \quad n > N(r, p).$$

И тогда

$$\sum_{n=N(r)}^{\infty} \|x_n\|_p r^n < \sum_{n=N(r)}^{\infty} \frac{1}{2^n} < \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^n} = 2.$$

Далее рассмотрим последовательность

$\|x_0\|_p, \|x_1\|_p r, \dots, \|x_n\|_p r^n, \dots$. При фиксированном r имеем $\|x_n\|_p r^n \rightarrow 0$, если $n \rightarrow \infty$. Следовательно, среди членов этой последовательности существует наибольший. Пусть

$$m_p(r) = \max_{n \geq 0} \{ \|x_n\|_p r^n \}.$$

Величину $m_p(r)$ назовем максимальным членом ряда $\sum_{n=0}^{\infty} \|x_n\|_p r^n$.

Имеем

$$\begin{aligned} M(f, r, p) &\leq \sum_{n=0}^{\infty} \|x_n\|_p r^n = \sum_{n=0}^{N(r)-1} \|x_n\|_p r^n + \sum_{n=N(r)}^{\infty} \|x_n\|_p r^n \leq \\ &\leq N(r, p) m_p(r) + 2, \quad r > r_0. \end{aligned} \quad (5)$$

Оценим величину $m_p(r)$. Пусть $\|x_s\|_p r^s$ – максимальный член ряда. При увеличении r номер s максимального члена начнет увеличиваться, то есть при $r \rightarrow \infty$ и $s \rightarrow \infty$. Поэтому, если r – достаточно большое, то $s > r_0$, где r_0 – число из оценки (4) леммы 1. Тогда

$$\begin{aligned} m_p(r) &= \|x_s\|_p r^s < \exp \left\{ \eta s^{\frac{1}{\gamma-1}} \right\} r^s \leq \\ &\leq \max_{n \geq 0} \left\{ \exp \left[\eta n^{\frac{1}{\gamma-1}} \right] r^n \right\} \leq \max_{t \geq 0} \varphi(t), \end{aligned}$$

где

$$\varphi(t) = r^t \exp \left[\eta t^{\frac{1}{\gamma-1}} \right].$$

Найдем максимум функции $\varphi(t)$:

$$\ln \varphi(t) = t \ln r + \eta t^{\frac{\gamma}{\gamma-1}},$$

$$[\ln \varphi(t)]' = \frac{\varphi'(t)}{\varphi(t)} = \ln r + \left(\frac{\eta \gamma}{\gamma-1} \right) t^{\frac{1}{\gamma-1}} = 0.$$

Отсюда следует, что максимум достигается в точке

$$t_y = \left(\frac{1-\gamma}{\eta \gamma} \right)^{\gamma-1} (\ln r)^{\gamma-1}.$$

Вычисляя $\varphi(t_y)$, получаем

$$\varphi(t_y) = e^{t_y \ln r} e^{\eta t_y^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}} = \exp \left\{ \left(\frac{1}{1-\gamma} \right) \eta \left(\frac{1-\gamma}{\eta \gamma} \right)^{\gamma} (\ln r)^{\gamma} \right\}.$$

Подставляя в последнее равенство

$$\eta = \left(\frac{1-\gamma}{\gamma} \right) \left(\frac{1}{v \gamma} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}},$$

находим

$$\varphi(t_y) = \exp \{ v (\ln r)^{\gamma} \}, \quad r > r_0.$$

Следовательно, $m_p(r) < \exp \{ v (\ln r)^{\gamma} \}$. Поэтому

$$M(f, r, p) \leq N(r) m_p(r) + 2 \leq \left[\left(-\frac{\ln(2r)}{\eta} \right)^{\gamma-1} + 1 \right] e^{v(\ln r)^{\gamma}} +$$

$$+ 2 \leq \exp \{ (v + \delta) (\ln r)^{\gamma} \}, \quad r > r_0(p, \delta),$$

где $\delta > 0$ – любое. Лемма доказана.

Доказательство теоремы. Пусть f имеет логарифмический p -порядок γ_p , $1 < \gamma_p < \infty$. Тогда

$$M(f, r, p) < \exp \{ (\ln r)^{\gamma_p + \varepsilon} \}, \quad \forall \varepsilon > 0, \quad r > r_0(p, \varepsilon).$$

По лемме 1 при $v = 1$ и $\gamma = \gamma_p + \varepsilon$ имеем

$$\|x_n\|_p < \exp \left\{ - \left(\frac{\gamma_p + \varepsilon - 1}{\gamma_p + \varepsilon} \right) \left(\frac{1}{\gamma_p + \varepsilon} \right)^{\frac{1}{\gamma_p + \varepsilon - 1}} n^{\frac{\gamma_p + \varepsilon}{\gamma_p + \varepsilon - 1}} \right\},$$

$$n > n_0, \quad \varepsilon > 0.$$

Отсюда

$$\ln \frac{1}{\|x_n\|_p} > \left(\frac{\gamma_p + \varepsilon - 1}{\gamma_p + \varepsilon} \right) \left(\frac{1}{\gamma_p + \varepsilon} \right)^{\frac{1}{\gamma_p + \varepsilon - 1}} n^{\frac{\gamma_p + \varepsilon}{\gamma_p + \varepsilon - 1}}, \quad n > n_0.$$

Следовательно, поскольку $\varepsilon > 0$ – любое, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n}{\ln \ln \frac{1}{\|x_n\|_p}} \leq \frac{\gamma_p - 1}{\gamma_p}, \quad \forall p.$$

Итак, доказано, что если логарифмический p -порядок функции f равен γ_p , то число q_p , определяемое равенством

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n}{\ln \ln \frac{1}{\|x_n\|_p}} = \frac{q_p - 1}{q_p}, \quad (6)$$

удовлетворяет условию $q_p \leq \gamma_p$.

Покажем, что $q_p \geq \gamma_p$. Из (6) имеем

$$\frac{\ln n}{\ln \ln \frac{1}{\|x_n\|_p}} < \frac{q_p + \varepsilon - 1}{q_p + \varepsilon}, \quad n > n_0(p, \varepsilon).$$

Отсюда

$$\|x_n\|_p < \exp \left\{ -n^{\frac{q_p + \varepsilon}{q_p + \varepsilon - 1}} \right\}, \quad n > n_0(p, \varepsilon).$$

По лемме 2 находим, что

$$M(f, r, p) < \exp \{ (\alpha + \delta) (\ln r)^{q_p + \varepsilon} \},$$

$$\delta > 0, \quad \alpha > 0, \quad r > r_0(p, \varepsilon).$$

Но поскольку $\varepsilon > 0$ – любое, то логарифмический p -порядок функции f $\gamma_p \leq q_p$. Учитывая ранее доказанное неравенство $\gamma_p \geq q_p$, получаем $\gamma_p = q_p$.

Итак, формула (1) доказана для случая $1 < \gamma_p < \infty$. Пусть теперь $\gamma_p = \infty$, а $q_p < \infty$. Тогда, в силу установленного неравенства $\gamma_p \leq q_p$, получим, что и $\gamma_p < \infty$. Но это не так, следовательно, $\gamma_p = \infty$. А это означает, что предел (1) равен 1. Если же предел (6) равен нулю, полагаем $\gamma_p = 1$. В этом случае функция f – векторный многочлен или она имеет бесконечный логарифмический p -тип. Таким образом, формула (1) установлена полностью.

Перейдем к доказательству формулы (2). Пусть f имеет логарифмический p -порядок $\gamma_p > 1$ и логарифмический p -тип $v_p < \infty$. Тогда

$$M(f, r, p) < \exp \{ (v_p + \varepsilon) (\ln r)^{\gamma_p} \},$$

$$\forall \varepsilon > 0, \quad r > r_0(\varepsilon, p).$$

По лемме 1

$$\|x_n\|_p \leq \exp \left\{ - \left(\frac{\gamma_p - 1}{\gamma_p} \right) \left(\frac{1}{(v_p + \varepsilon) \gamma_p} \right)^{\frac{1}{\gamma_p - 1}} n^{\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1}} \right\},$$

$$\forall \varepsilon > 0, \quad n > n_0.$$

Отсюда

$$\frac{n^{\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1}}}{\ln \frac{1}{\|x_n\|_p}} \leq \left(\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1} \right) ((v_p + \varepsilon) \gamma_p)^{\frac{1}{\gamma_p - 1}}.$$

Но поскольку $\varepsilon > 0$ – любое, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^{\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1}}}{\ln \ln \frac{1}{\|x_n\|_p}} \leq \left(\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1} \right) (v_p \gamma_p)^{\frac{1}{\gamma_p - 1}}. \quad (7)$$

Обозначим

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^{\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1}}}{\ln \ln \frac{1}{\|x_n\|_p}} = \left(\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1} \right) (b_p \gamma_p)^{\frac{1}{\gamma_p - 1}}. \quad (8)$$

Покажем, что число $b_p \geq v_p$. Для любого $b'_p > b_p$ из последнего равенства находим

$$\|x_n\|_p < \exp \left\{ - \left(\frac{\gamma_p - 1}{\gamma_p} \right) \left(\frac{1}{b'_p \gamma_p} \right)^{\frac{1}{\gamma_p - 1}} n^{\frac{\gamma_p}{\gamma_p - 1}} \right\}, \quad n > n_0(b'_p, p).$$

Тогда по лемме 2 имеем

$$M(f, r, p) < \exp \{ (b'_p + \delta) (\ln r)^{\gamma_p} \}, \quad r > r_0(\delta, p),$$

где $b'_p > b_p$ и $\delta > 0$ – любые.

Следовательно, $b_p \geq v_p$. Сопоставляя это неравен-

ство с неравенством (7) и равенством (8), получаем, что $\nu_p = b_p$. Тем самым теорема доказана полностью.

Примечание 3. Отметим, что если $f: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}$ – целая скалярная функция, то из формул (1) и (2) следуют известные классические формулы:

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n}{\ln \ln \frac{1}{|a_n|}} = \frac{\gamma - 1}{\gamma}, \quad \gamma > 1,$$

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \frac{n^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}}{\ln \frac{1}{|a_n|}} = \left(\frac{\gamma}{\gamma-1} \right) (\nu \gamma)^{\frac{1}{\gamma-1}},$$

где $\{a_n\}$ – тейлоровские коэффициенты, а γ и ν – соответственно логарифмический порядок и тип функции f .

Пример. Рассмотрим функцию

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda^{n^k} z^n, \quad k > 1 \text{ – целое число.}$$

Пусть $f(z): \mathbb{C} \rightarrow H_1(|z| < 1) = H_1$ – пространство функций, аналитических в единичном круге $|z| < 1$ с топологией $\|f\|_p = \max_{|z| \leq p < 1} |f(z)|$, $f \in H_1$. С такой топологией H_1 – полное пространство. Здесь $x_n = \lambda^{n^k}$; $n = 0, 1, \dots$. Так как

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|x_n\|_p} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{p^{n^k}} = \lim_{n \rightarrow \infty} p^{n^{k-1}} = 0 \quad (p < 1),$$

то $f(z)$ – целая функция. Найдем p -порядки функции

$f(z)$ по экспоненциальной шкале:

$$\rho_p = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n \ln n}{-\ln \|x_n\|_p} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n \ln n}{-\ln p^{n^k}} = 0, \quad \forall p.$$

Итак, $\rho_p = \rho = 0$, $\forall p$. В этом случае находим по формулам (1) и (2) логарифмический порядок и тип функции $f(z)$:

$$\frac{\gamma_p - 1}{\gamma_p} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n}{\ln \ln \frac{1}{p^{n^k}}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n}{\ln(\ln 1 - \ln p^{n^k})} =$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln n}{\ln(-n^k \ln p)} =$$

$$f: \mathbb{C} \rightarrow H.$$

$$\text{Отсюда } \gamma_p = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\ln \ln M(f, r, p)}{\ln \ln r}, \quad \gamma_p > 1.$$

Вычислим теперь логарифмические p -типы:

$$f,$$

откуда вычисляем

$$\gamma(f) = \sup_{(p)} \{\gamma_p\}. \text{ Тогда } \forall \varepsilon > 0.$$

В частности, если $M(f, r, p) < C_p e^{(\ln r)^{\gamma_p + \varepsilon}}$, $\forall r > 0$, то есть для функции $\{r_k\}: r_k \rightarrow \infty$ получим:

$$M(f, r_k, p) > e^{(\ln r_k)^{\gamma_p - \varepsilon}}, \quad k = 1, 2, \dots.$$

Библиографический список

1. Громов В.П. Целые векторнозначные функции со значениями в локально выпуклом пространстве и их применение // Ученые записки лаборатории теории функций и функционального анализа ГОУ ВПО «Орловский государственный университет». Орел, 2003, В. 4, С. 4-24.
2. Громов В.П., Соломатин О.Д. Логарифмический порядок и тип и характеристики роста целой функции бесконечного порядка. – Учебно-методическое пособие для студентов, аспирантов и преподавателей математических специальностей университетов по специализации «Теория функций и функциональный анализ». Орел, ОГУ, Полиграфическая фирма «Картуш», 2007. 32с.

References

1. Gromov V.P. The whole vector-valued functions with values in locally convex space and their application // Scientific notes of laboratory of the theory of functions and functional analysis, Public Educational Institution of Higher Professional Education "Orel State University". Orel, 2003, Vol. 4. Pp. 4-24.
2. Gromov V.P., Solomatin O.D. Logarithmic order and type and characteristics of growth of the whole function of an infinite order // Educational and methodical grant for students, graduate students and teachers of mathematical specialties of universities of specialization "The theory of functions and the functional analysis". Orel, Orel State University, Printing firm "Cartouche", 2007. 32p.

УДК 378.147: 372.851

UDC 378.147: 372.851

И.И. ЧЕРНОБРОВКИНА

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра алгебры и математических методов в экономике, Орловский государственный университет
E-mail: iichernobrovkina@yandex.ru

I.I. CHERNOBROVKINA

Candidate of Pedagogics, Associate Professor of Algebra and Mathematical Methods in Economic Department, Orel State University
E-mail: iichernobrovkina@yandex.ru

РОЛЬ, МЕСТО И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ»

THE ROLE, PLACE AND CONTENT OF DISCIPLINE "GENETIC ALGORITHMS"

Генетические алгоритмы относятся к системам искусственного интеллекта и все чаще их изучают в вузах. В статье предлагается частная методика преподавания данной дисциплины, разработана программа ее изучения, рекомендовано программное обеспечение для проведения лабораторного практикума.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генетический алгоритм, операторы, кодирование, совместное использование с нейронными сетями, Matlab, Statistica Neural Networks, Genehunter.

Genetic algorithms are related to systems of artificial intellect and they are studied increasingly in Universities. The article offers the private teaching of this discipline, the program of the study is developed, software for conducting of laboratory lessons is recommended.

Keywords: artificial intelligence, genetic algorithm, operators, coding, sharing with neural networks, Matlab, Statistica Neural Networks, Genehunter.

«Генетические алгоритмы» выделяют в отдельную дисциплину или изучают в составе других прикладных математических дисциплин, таких как «Системы искусственного интеллекта», «Нейронные сети и нейрокомпьютеры», «Программная реализация экспертных систем и генетических алгоритмов», «Интеллектуальные информационные системы» и др. Эти дисциплины чаще всего относятся к дисциплинам профессионального цикла обучающихся по направлениям «Прикладная математика», «Прикладная информатика», «Информационные системы», «Информатика и вычислительная техника» и т.д. Такие дисциплины, как правило, не входят в состав дисциплин базовой части федерального государственного образовательного стандарта, поэтому содержание программы не регламентируется. Генетические алгоритмы относятся к системам искусственного интеллекта, они находят широкое применение при решении задач из различных сфер человеческой жизнедеятельности, поэтому, возможно, в недалеком будущем эту дисциплину будут изучать не только на вышеперечисленных специальностях и направлениях.

Изучению данной дисциплины (или модуля в составе дисциплины) должно предшествовать изучение высшей математики, теории вероятностей и статистики, информатики, нейронных сетей. Это означает, что место данного предмета в учебных планах бакалавров – не раньше 3 курса (специалистов – не раньше 4 курса).

Рассмотрим возможный вариант содержания дисциплины «Генетические алгоритмы». Лекционный курс рассчитан на 24 аудиторных часа. При составлении лекций рекомендуется пользоваться литературой [1-6].

Раздел 1. Аналитические технологии (традиционные и новые) (4 лекционных часа).

Начать изучение дисциплины следует с постановки

задачи необходимости разработки и использования новых аналитических технологий в связи с тем, что существует ряд задач, с решением которых традиционные аналитические технологии не справляются. Здесь хорошо рассмотреть решение таких задач, как «Оптимальное распределение инвестиций», «Прогнозирование курсов акций» различными методами (неаналитическими и аналитическими). Таким образом, введение в предмет позволяет сделать вывод о том, что из-за описанных недостатков традиционных методик в последние десятилетия идет активное развитие аналитических систем нового типа. В их основе – технологии искусственного интеллекта, имитирующие природные процессы, такие как деятельность нейронов мозга или процесс естественного отбора.

Раздел 2. Понятие генетического алгоритма (4 лекционных часа).

Начать следует с истории возникновения и развития теории генетических алгоритмов: биологические корни возникновения, роль Дж. Голланда, Д. Голдберга, К.ДеДжонга, Дж. Гrefенстетта, Г. Сесверда в развитии теории генетических алгоритмов. Современные разработки мировых ученых в данной области.

Далее следует рассмотреть схему генетического алгоритма в виде блок-схемы (рис.1). Согласно данной блок-схеме следует и дальнейшее изложение материала:

- о создании начальной популяции (инициализации);
- об операторах отбора и функции приспособленности (следует рассмотреть следующие методы отбора: метод рулетки, турнирный отбор, ранговый отбор, отбор усечением);
- об операторах скрещивания;
- об операторе мутации;
- условие останова алгоритма.

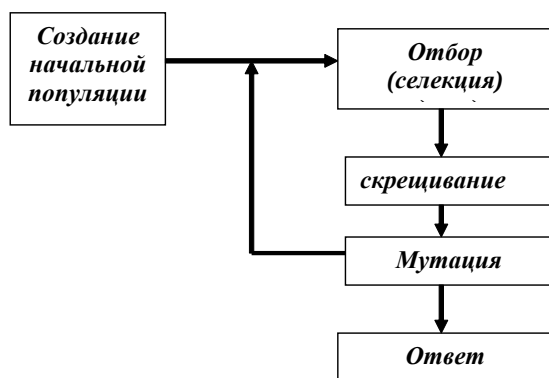


Рис.1. Блок-схема генетического алгоритма.

Раздел 3. Кодирование (2 лекционных часа).

Здесь необходимо рассмотреть следующие вопросы: необходимость кодирования, кодирование признаков, представленных целыми числами, двоичное кодирование, кодирование по коду Грея, кодирование признаков, которым соответствуют числа с плавающей точкой, кодирование нечисловых данных, определение фенотипа объекта по его генотипу.

Раздел 4. Некоторые модели генетических алгоритмов (2 лекционных часа).

В этом разделе планируется изучить генетические алгоритмы, отличные от классического, а именно Genitor-подобные алгоритмы, СНС – алгоритмы, гибридные алгоритмы, параллельные алгоритмы (островная модель (island model), Cellular Genetic Algorithms). Также следует обратить внимание на факторы, создающие сложность для работы генетических алгоритмов (многоэкстремальность, изолированность, дополнительный шум). Последний вопрос в этом разделе посвящен проблеме выбора размера популяции.

Раздел 5. Математический аппарат, применяемый при работе генетических алгоритмов (4 часа). Теорема шим.

Этот раздел рекомендуется начать с рассмотрения преимуществ и недостатков двоичного кодирования. Подробно рассматривается математический аппарат непрерывных генетических алгоритмов.

Студентов необходимо познакомить с плоским, простейшим, арифметическим, геометрическим, смешанным, линейным, дискретным, расширенным линейным, эвристическим и нечетким кроссоверами. Также следует рассмотреть генетические алгоритмы со случайной и неравномерной мутациями.

Раздел 6. Применение генетических алгоритмов для оптимизации работы нейронных сетей. (4 часа).

Предполагается, что студенты знакомы со структурой и принципом работы нейронных сетей (многослойного персептрона).

Этот раздел посвящен возможностям применения генетических алгоритмов для обучения сети нейронной сети, для выбора архитектуры сети, для понижения размерности сети.

Раздел 7. (4 часа). Описание работы генетических алгоритмов в программах GeneHunter, Matlab 7.0.1, NeuroSolutions, Statistica Neural Networks.

В силу специфики данного курса многие лекции сле-

дует проводить с использованием компьютера и проектора. Так, например, достаточно сложно описать работу некоторых моделей параллельных генетических алгоритмов. Поэтому рекомендуется подготовить презентации по следующим темам:

1. схема генетического алгоритма: создание начальной популяции (инициализации), операторы отбора, функция приспособленности, операторы скрещивания, оператор мутации, условие останова алгоритма;
2. некоторые модели генетических алгоритмов;
3. возможности применения генетических алгоритмов при работе с нейронными сетями;
4. работа генетических алгоритмов в различных программах.

При изучении данной дисциплины предполагается проведение лабораторного практикума. Приведем пример возможного его содержания.

Лабораторная работа №1 (4 аудиторных часа). Генетические алгоритмы в программном обеспечении Matlab 7.0.1.

Цель работы: изучение возможностей применения программы Matlab 7.0.1 к решению задач оптимизации методом генетических алгоритмов.

Краткое содержание:

1. изучение работы функций ga (функция для нахождения минимума целевой функции), gaoptimget (возвращает параметры используемого генетического алгоритма), gaoptimset (устанавливает параметры генетического алгоритма), gatool (открывает окно Genetic Algorithm Tool).

2. Изучение метода векторизации.

Подробное описание данной работы представлено в источнике [4].

Лабораторная работа №2 (4 аудиторных часа). Оптимизация функций.

Цель работы: научиться оптимизировать функции в программе Matlab 7.0.1. Решение проверить с помощью графика.

Краткое содержание: написать М-файл для данной функции, вызвать окно тулбокса с помощью команды gatool, установить значения параметров генетического алгоритма, решить задачу и проверить решение с помощью графика.

Примерные задания:

найти минимум функции $f(x)=8x-16-12\sqrt[3]{(x+4)^2}$;

найти максимум функции $f(x)=e^{-x^2-y^2}+\sin(x+y)$.

Лабораторная работа №3 (4 аудиторных часа). Построение тестовых функций Михалевича и Эккли для двух переменных.

Цель работы: научиться строить тестовые функции.

Краткое содержание: построить вышеуказанные функции, вывести на экран поверхности этих функций.

Лабораторная работа №4 (4 аудиторных часа). Изучение работы программы Genehunter.

Цель работы: научиться работать в программе, изучать все доступные операторы.

Краткое содержание: изучение меню, операторов, параметров. Рассмотреть решение задачи нахождения

оптимального значения цены единицы продукции и затрат на рекламу.

Лабораторная работа №5,6 (8 аудиторных часов). Решение различных задач в программе Genehunter.

Цель работы: научиться решать различные задачи оптимизации с помощью генетических алгоритмов.

Краткое содержание: решить задачи:

1. оптимизации стоимости продуктов;
2. оптимизации капиталовложений в проекты с различной эффективностью;
3. оптимизации портфеля акций;
4. разбиения на кластеры;
5. коммивояжера;
6. полиномиальной аппроксимации.

Лабораторная работа №7 (4 аудиторных часа). Построение нейронной сети и ее обучение с помощью генетического алгоритма.

Цель работы: научиться применять генетические алгоритмы для обучения нейронных сетей.

Краткое содержание: построить нейронную сеть (двухслойный перцептрон) с сигмоидальной активационной функцией. Обучить ее с помощью генетического алгоритма. В качестве программного обеспечения использовать пакет Genehunter.

Лабораторная работа №8 (4 часа). Решение задачи понижения размерности нейронной сети.

Цель работы: оптимизировать нейронную сеть.

Краткое содержание: изучить работу пакета STATISTICA Нейронные Сети, рассмотреть возможности использования генетических алгоритмов для решения задачи понижения размерности.

Таким образом, на лабораторный практикум отводится 32 аудиторных часа.

Для самостоятельной работы студентам можно пред-

ложить разработать, сделать доклады и презентации по следующим темам.

1. История возникновения и развития генетических алгоритмов.
2. Различные виды кроссOVERов.
3. Использование генетического алгоритма для выбора архитектуры нейронной сети.
4. Преимущества и недостатки обучения нейронной сети с помощью генетического алгоритма.
5. Нечеткий кроссOVER.
6. Генетические алгоритмы разбиения графов.
7. Задачи раскраски, построения клик и независимых множеств графов.
8. Определение планарности графов на основе генетического поиска.
9. Генетический алгоритм определения паросочетаний графа.
10. Квантовый алгоритм построения Гамильтонова цикла.
11. Нечеткие генетические алгоритмы решения задач оптимизации и проектирования.
12. Нечеткий генетический алгоритм решения задачи коммивояжера.
13. Разработка программ: реализация генетического оператора «элитной селекции»; «турнирной селекции», селекции на основе выбора значений целевой функции по принципу «дальнего родства».
14. Разработка программ: реализация генетического оператора одноточечного, двухточечного, универсального, упорядочивающего, циклического, «жадного» кроссOVERов.

В качестве промежуточного контроля возможно использовать тест [2, стр.356-365].

Библиографический список

1. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. Харьков: ОСНОВА, 1997.
2. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. М.: Физматлит, 2010.
3. Исаев С. Популярно о генетических алгоритмах <http://algolist.manual.ru/ai/ga/ga1.php>
4. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие под редакцией Ю.Ю. Тарасевича. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007.
5. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск. И. Д. Рудинского. М.: Горячая линия-Телеком, 2013.
6. Ясницкий Л. Н. Искусственный интеллект. Элективный курс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.

References

1. Voronovskiy G.K., Mahotella C.V., Petrashev S.N., Sergeev S. A. Genetic algorithms, artificial neural networks and problems of virtual reality. Kharkiv: OSNOVA, 1997.
2. Gladkov L.A., Kureichik V.V., Kureichik V.M. Genetic algorithms. M: Fizmatlit, 2010.
3. Isaev S. Popular on genetic algorithms <http://algolist.manual.ru/ai/ga/ga1.php>
4. Panchenko T.V. Genetic algorithms: educational-methodical manual, edited by Y. Tarasevich. Astrakhan, Publishing house «Astrakhan state University», 2007.
5. Rutkowski D., Pilinski M., Rutkowski L. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems: Translated from Polish by Rudinskij I.D. M: Hot line-Telecom, 2013.
6. Yasnitskij L. N. Artificial intelligence. Elective course. M: BINOM. Knowledge laboratory, 2012.

УДК 519.2:531.3 (072.8)

UDC 519.2:531.3 (072.8)

В.Н. ЮШИН

кандидат педагогических наук, профессор, Академия
ФСО России

В.Д. СЕЛЮТИН

доктор педагогических наук, профессор, зав. кафе-
дрой алгебры и математических методов в эконо-
мике, Орловский государственный университет

E-mail: selutin_v_d@mail.ru

V.N. YUSHIN

Candidate of pedagogic sciences, Professor, Federal Guard
Service Academy of the RF

V.D. SELYUTIN

Doctor of pedagogic, professor, Head of the Department
of Algebra and Mathematical Methods in Economics, Orel
state university

E-mail: selutin_v_d@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

THE APPLICATION OF STOCHASTIC FUNCTIONS AT STUDYING DYNAMIC SYSTEMS

В статье рассматриваются вопросы использования случайных функций при изучении частично детерминированных процессов. Корреляционная мера выступает в качестве характеристики степени взаимосвязи стохастичности и детерминированности наблюдаемого процесса. Отмечается особенность статистического описания динамических систем с экспоненциальной неустойчивостью движения.

Ключевые слова: динамические системы, стохастичность, случайная функция, переход к хаосу, фрактальные структуры.

The article deals with the application of stochastic functions in the study of partially deterministic processes. The correlation measure functions as a characteristic of the degree of interrelation between stochasticity and determinacy of the observed process. The peculiarity of statistical description of dynamic systems with the instability of motion is marked.

Keywords: dynamic systems, stochasticity, stochastic function, transition to chaos, fractal structures.

В современной науке для описания различных явлений и процессов используются как динамические, так и статистические методы. Динамические законы описывают объекты исследования с помощью усредненных характеристик в пренебрежении различными возмущениями. В тех же случаях, когда наблюдается сложное непредсказуемое поведение исследуемой системы, применяются статистические методы.

До недавнего времени в науке господствовало представление о полной предсказуемости поведения любых динамических систем. Классическая наука, претендуя на предельную полноту описания явлений, нередко отрывалась от жизни с ее гибкостью и неоднозначностью. Традиционное понимание об областях, где действуют законы статистической физики, заключалось в том, что взаимодействующих частиц должно быть достаточно велико (статистические теории Максвелла и Больцмана, радиоактивный распад, шумы в радиоэлектронных устройствах и т. д.) или же на систему действуют случайные силы (броуновское движение). Тем не менее, сейчас известно, что в сколь угодно большом числе достаточно сложно взаимодействующих частиц хаоса может и не быть и, наоборот, хаос возникает в системе всего лишь из двух связанных нелинейных осцилляторов [4].

Ведь случайные явления и процессы составляют основную часть окружающей действительности. Бытие человека в мире вещей и явлений представляет собой закономерный порядок, возникающий из хаоса случайных событий. Данный факт нашёл отражение в современной науке на уровне её глобальных мировоззренческих установок. Произошел переход к новой кар-

тине мира, характеризующейся отказом от детерминизма и абсолютизации, признанием идей самоорганизации, конструктивной роли хаоса. Это явилось основой для формирования вероятностно-синергетической парадигмы, математическим ядром которой является стохастика как комплексное учение о случайностях.

В ее составе – так называемая теория случайных функций, изучающая случайные величины в динамике, то есть изменяющиеся в процессе опыта. Примером может служить случайная функция, описывающая зависимость от времени t числа находящихся на связи мобильных телефонов. При фиксированном значении $t = t_0$ она обращается в обычную случайную величину в неизменных условиях отдельного опыта, то есть в статике. В отличие от строго детерминированной функции, знакомой каждому школьнику, она зависит от случайных причин, что выражается в записи $\xi(t, \omega)$, где ω – элементарное случайное событие. Поэтому в математике случайной функцией называют семейство случайных величин $\{\xi(t, \omega)/t \in T\}$, заданных на одном и том же вероятностном пространстве (Ω, A, P) . Если параметр t интерпретируется как время, то случайную функцию называют случайным процессом. Если $t = (x, y, z)$, то случайным полем, а если T есть счетное упорядоченное множество (где $T \subset Z$), то случайной последовательностью.

При фиксированном значении $\omega = \omega_0$ получается $\xi(t, \omega_0)$ – так называемая реализация (траектория) случайной функции. Если зафиксировать значение $t = t_0$, то получается обычная случайная величина, которую называют сечением случайной функции, соответствующим значением t_0 .

Рассматривая n различных сечений $\xi(t_1), \xi(t_2), \dots, \xi(t_n)$, получают систему случайных величин. Поэтому понятие случайного процесса можно трактовать как обобщение понятия системы случайных величин на случай бесконечного (несчетного) их числа.

Математическое ожидание $m_\xi(t)$ и дисперсия $D_\xi(t)$ случайной функции $\xi(t)$ являются функциями неслучайными. Рассматривая два сечения $\xi(t_1)$ и $\xi(t_2)$ данной случайной функции, можно вычислить корреляционный момент $K_\xi(t_1, t_2) = M\left(\xi(t_1) \cdot \xi(t_2)\right)$,

где $\xi(t_1) = \xi(t_1) - M\xi(t_1)$ и $\xi(t_2) = \xi(t_2) - M\xi(t_2)$.

Изменяя значения t_1 и t_2 , получают корреляционную функцию данной случайной функции. Она является неслучайной функцией $K_\xi(t_1, t_2)$ от двух независимых аргументов.

Вместо корреляционной функции часто используется нормированная корреляционная функция:

$$r_\xi(t_1, t_2) = \frac{K_\xi(t_1, t_2)}{\sigma_\xi(t_1)\sigma_\xi(t_2)}.$$

При использовании двух различных случайных функций рассматривается взаимная корреляционная функция как корреляционный момент их сечений, соответствующих t_1 и t_2 :

$$R_{\xi, \eta}(t_1, t_2) = M\left(\xi(t_1) \cdot \eta(t_2)\right), \text{ где } \xi(t_1) = \xi(t_1) - M\xi(t_1)$$

и $\eta(t_2) = \xi(t_2) - M\xi(t_2)$.

С ней непосредственно связано понятие нормированной взаимной корреляционной функции:

$$r_{\xi, \eta}(t_1, t_2) = \frac{R_{\xi, \eta}(t_1, t_2)}{\sigma_\xi(t_1)\sigma_\eta(t_2)}.$$

Уже самые простейшие свойства рассмотренных понятий находят широкое применение при моделировании реальных процессов стохастического характера:

1. Если $\zeta(t) = \xi(t) + \eta(t)$, то

а) $m_\zeta(t) = m_\xi(t) + m_\eta(t)$;

б) $K_\zeta(t_1, t_2) = K_\xi(t_1, t_2) + K_\eta(t_1, t_2) + R_{\xi, \eta}(t_1, t_2) + R_{\eta, \xi}(t_1, t_2)$;

в) $K_\zeta(t_1, t_2) = K_\xi(t_1, t_2) + K_\eta(t_1, t_2)$, если случайные функции некоррелированные;

г) $D_\zeta(t) = D_\xi(t) + D_\eta(t)$, если случайные функции некоррелированные.

$$2. K_{\xi'}(t_1, t_2) = \frac{\partial^2 K_\xi(t_1, t_2)}{\partial t_1 \partial t_2}.$$

$$3. R_{\xi, \xi'}(t_1, t_2) = \frac{\partial K_\xi(t_1, t_2)}{\partial t_2} \text{ и } R_{\xi', \xi}(t_1, t_2) = \frac{\partial K_\xi(t_1, t_2)}{\partial t_1}$$

$$4. \text{ Если } \eta = \int_0^t \xi(s) ds, \text{ то}$$

а) $m_\eta(t) = \int_0^t m_\xi(s) ds$;

$$б) K_\eta(t_1, t_2) = \int_0^{t_1} \int_0^{t_2} K_\xi(s_1, s_2) ds_1 ds_2;$$

$$в) R_{\xi, \eta}(t_1, t_2) = \int_0^{t_2} K_\xi(t_1, s) ds \text{ и } R_{\eta, \xi}(t_1, t_2) = \int_0^{t_1} K_\xi(s, t_2) ds.$$

Формирование знаний о стохастичности динамических систем предполагает необходимость введения целого ряда новых понятий: о фазовом пространстве, локальной неустойчивости, эргодичности и перемешивании, критерии стохастичности, странном аттракторе, сценарии перехода к хаосу, фрактальным структурам [6], [1].

Исследования нелинейных динамических систем указывают на ограниченность предсказательных возможностей классической физики. В результате объединенных усилий математиков, физиков и механиков в начале 70х годов прошлого века сформировалось качественно новое представление о характере динамических процессов, а именно, представление о локальной неустойчивости поведения большинства нелинейных физических систем и о важнейшей роли хаотических и стохастических движений, которые не допускают предсказаний на длительные промежутки времени.

Главная черта хаотических систем состоит в том, что малое возмущение начальных условий для динамической переменной или же малое изменение параметров самой динамической системы приводит к непредсказуемости результирующего поведения за конечное время, которое называют горизонтом предсказуемости [1].

Рассмотрим соотношение между исследуемым, наблюдаемым и модельным процессами. Взаимосвязь между этими процессами показана на рис. 1, на котором: $a(t)$ – реальный процесс (штриховая линия); $b(t)$ – наблюдаемый процесс (жирная линия); $c(t)$ – модельный процесс (тонкая линия). При сравнительно небольших помехах наблюдаемый процесс $b(t)$ слабо отличается от реального процесса $a(t)$ при любых значениях t , при которых регистрирующие приборы исправны. В то же время прогноз $c(t)$ близок к $b(t)$ только на ограниченном интервале, который можно назвать временем предсказуемого поведения или, если отождествить предсказуемость с детерминированностью, временем детерминированного поведения τ_{det} .

Наиболее распространенной мерой качества прогноза служит средний квадрат ошибки

$$\sigma^2 = \langle |b(t) - c(t)|^2 \rangle.$$

Из начальных условий следует, что дисперсия σ^2 в начальный момент времени $t = t_0$ равна нулю. На достаточно больших интервалах времени, когда положительные и отрицательные значения произведения bc встречаются одинаково часто, процессы $b(t)$ и $c(t)$ становятся статистически независимыми: $\langle bc \rangle = 0$, при этом дисперсия выражается через сумму средних квадратов: $\sigma^2 = \langle b^2 \rangle + \langle c^2 \rangle$.

$$\text{Величина } \frac{\langle |b - c|^2 \rangle}{\langle b^2 \rangle + \langle c^2 \rangle} \text{ есть относительная}$$

ошибка. При $t \rightarrow \infty$ она стремится к 1.

Корреляционная мера качества прогноза есть нормированная корреляционная функция:

$$R(\tau) = \frac{\langle b(t)c(t) \rangle}{\sqrt{\langle b^2(t) \rangle \langle c^2(t) \rangle}}, \text{ где } t = t_0 + \tau.$$

По модулю $R(\tau)$ всегда меньше единицы. При использовании тождества

$$\langle bc \rangle = \frac{1}{2} \langle b^2 \rangle + \langle c^2 \rangle - \langle |b - c|^2 \rangle$$

ее можно выразить через $\sigma^2 = \langle |b(t) - c(t)|^2 \rangle$ и через ε

$$R(\tau) = \frac{\langle b^2 \rangle + \langle c^2 \rangle - \sigma^2}{2\sqrt{\langle b^2(t) \rangle \langle c^2(t) \rangle}} = \frac{\langle b^2 \rangle + \langle c^2 \rangle}{2\sqrt{\langle b^2(t) \rangle \langle c^2(t) \rangle}} (1 - \varepsilon).$$

Из последнего выражения следует, что все три величины σ^2 , $R(\tau)$ и ε в равной степени могут быть использованы для описания качества прогноза. Все эти величины можно определить непосредственно из эксперимента, набрав необходимое количество данных и произведя обычное эмпирическое усреднение.

Качество предсказуемости можно охарактеризовать также функцией концентрации (вероятность попадания b в заданный интервал Δ возле прогноза c).

Коэффициент корреляции между наблюдением и прогнозом может служить характеристикой степени стохастичности или, напротив, детерминированности наблюдаемого процесса.

На малых временах τ , когда модельный процесс $c(t)$ еще не сильно отличается от $b(t)$, величина $R(\tau)$ близка к единице (рис. 2). В этом случае можно говорить о полностью детерминированном поведении процесса $b(t)$ относительно $c(t)$. В противоположность этому при достаточно больших τ величина $R(\tau)$ стремится к нулю, что свидетельствует о слабой предсказуемости наблюдаемого процесса $b(t)$ по отношению к модели $c(t)$. На рисунке 2 показана зависимость степени детерминированности от времени: I – область полностью детерминированного поведения, II – область частично детерминированного поведения, III – область стохастического поведения.

Время, в течение которого величина $R(\tau)$ превышает некоторое значение, например 1/2, выступает как время детерминированного поведения.

Наглядным примером, иллюстрирующим приведенные выше рассуждения, может служить вопрос о

достоверности публикуемых в средствах массовой информации геомагнитных прогнозах неблагоприятных дней на месяц с точностью до нескольких часов [2].

Специалисты утверждают, что это абсолютно исключено. Специально созданные прогностические Центры в профессиональных учреждениях наиболее развитых стран, используя огромный объем данных, а также секундные данные телескопов и спутников, имея оперативную информацию о вспышках и коронарных выбросах на Солнце, могут дать прогноз не более чем на сутки вперед с коэффициентом корреляции 0,7. На третьи сутки коэффициент корреляции падает до 0,3 [3]. Объяснение такого положения с прогнозом следующее. Даже наблюдая выброс плазмы на Солнце, нельзя точно предсказать, попадет ли он на Землю. Невозможно также точно определить время, за которое плазма достигнет Земли. В лучшем случае прогноз звучит так «завтра, скорее всего во второй половине суток, возможна буря со средней или выше средней мощностью». Что же касается прогноза на месяц вперед, то специалисты ориентируются только на так называемую 27-дневную рекуррентность, связанную с периодом вращения Солнца вокруг своей оси. Естественно, такой прогноз не может претендовать на высокую точность, поскольку ситуация на Солнце иногда меняется за минуты, а среднее время существования активных центров составляет 6-10 дней. Прогнозы, публикуемых в разных изданиях, содержат огромные ошибки. Они не имеют никакого отношения к прогнозам, которые дают серьезные научные центры.

Важно отметить, что появление стохастичности (хаоса) является внутренним свойством динамической системы и не связано с действием каких-либо априори случайных сил. Принципиально важно то, что хаос (как внутреннее свойство системы) возникает почти всегда и почти везде. И если мы его не всегда обнаруживаем, то лишь потому, что либо он возникает в очень узкой области параметров, либо проявляется на очень больших временах, либо вуалируется другими, более сильными процессами.

Библиографический список

1. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. М.: Наука, 1990. 311 с.
2. Кравцов Ю.А. Случайность, детерминированность, предсказуемость. УФН. Т. 158. В 1. 1989. С. 93-122.
3. Обридо В.Н. О так называемых «геомагнитных прогнозах неблагоприятных дней». В защиту науки. Бюл. № 2. М.: Наука, 2007. С. 66-70.
4. Селютин В.Д., Юшин В.Н. Стохастичность как внутреннее свойство динамических систем // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки», №5 (43), 2011. С.169-172.
5. Чириков Б.В. Природа статистических законов классической механики. Методологические и философские проблемы физики// Новосибирск: Наука, 1982. С.181-196.
6. Linsay P. S. «Period doubling and chaotic behavior in a driven anharmonic oscillator», Phys. Rev. Lett., 1981, Vol. 47. N. 19, Pp. 1349–1352.

References

1. Anishchenko V.S. Complex modes in simple systems. Moscow: Nauka, 1990. 311 p.
2. Kravtsov Yu.A. Randomness, determinacy, predictability. UFN. V. 158. № 1. 1989. Pp. 93-122.
3. Obriido V.N. On the so-called “geomagnetic forecasts of unfavourable days” In defense of science. Bulletin № 2. Moscow: Nauka, 2007. Pp. 66-70.
4. Selyutin V.D. Yushin V.N. Stochasticity as an intrinsic property of dynamic systems // Scientific notes of Orel State University. Series “Natural, technical and medical sciences” №5 (43), 2011. Pp. 169-172.
5. Chirikov B.V. Nature of statistical law of classical mechanics. Methodological and philosophical problems of physics // Novosibirsk: Nauka, 1982. Pp.181-196.
6. Linsay P. S. «Period doubling and chaotic behavior in a driven anharmonic oscillator», Phys. Rev. Lett., 1981, Vol. 47. N. 19, Pp. 1349–1352.

М.Н. АБАДОНОВА

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Национальный парк «Орловское полесье»
E-mail: ab_mn@mail.ru

M.N. ABADONOVA

Candidate of Biology, senior researcher, National park «Orlovskoye polesie»
E-mail: ab_mn@mail.ru

**СООБЩЕСТВА С УЧАСТИЕМ *NEOTTIANTHE CUCULLATA* (L.) SCHLECH. (ORCHIDACEAE)
И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЕЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**
**PLANT COMMUNITIES WITH *NEOTTIANTHE CUCULLATA* (L.) SCHLECH. (ORCHIDACEAE)
AND THE ESTIMATION OF ITS CENOPOPULATION IN OREL REGION**

В статье приведены данные о произрастании *Neottianthe cucullata* (L.) Schlech. (Orchidaceae) на территории Орловской области, представлено флористико-геоботаническое обследование лесных сообществ с участием этого вида на территории национального парка «Орловское полесье», дана оценка состояния ценопопуляции вида, приведены данные многолетних наблюдений и рекомендации по охране.

Ключевые слова: *Neottianthe cucullata*, синтаксономия, ценопопуляция, Орловская область, мониторинг.

The article contains the data on locations of *Neottianthe cucullata* (L.) Schlech. in Orel region, and presents floristic and geobotanical investigations of forest plant communities in the national park «Orlovskoye Polesiye», where *Neottianthe cucullata* (L.) Schlech is found. The estimation of the condition of its cenopopulation in Orel region, the data of long-term observations, and recommendations on the species conservation are given.

Keywords: *Neottianthe cucullata*, syntaxonomy, cenopopulation, Orel region, monitoring.

Введение

Неоттианта клобучковая – *Neottianthe cucullata* (L.) Schlech. (*Orchis cucullata* L., *Gymnadenia cucullata* (L.) L. C. M. Rich., (*Orchidaceae*)) – евроазиатский вид. В России встречается в центральных нечерноземных районах европейской части, в Сибири и на Дальнем Востоке [5]. Занесена в Красную книгу РФ [10].

На территории Орловской области в настоящее время достоверно известно только одно местонахождение в Хотынецком районе в пределах национального парка «Орловское полесье» [3]. В данном случае речь идет об уникальной популяции, расположенной на стыке кварталов 40 и 41 Тургеневского лесничества национального парка. Эта территория расположена в пределах левобережья р. Вытебеть, которое характеризуется бедными песчаными кислыми почвами. Наблюдения за этой популяцией ведутся автором с 2007 г.

Прежде *Neottianthe cucullata* собиралась в 1910 г. в Урицком районе (близ станции «Нарышкино», В.Н. Хитрово, ОНН) и в 1963 г. в Знаменском районе (по дороге от Зеленых Луж на Нижнюю Шкаву, кв. 141 Знаменского лесничества, бор зеленомошник с обильным дубовым подростом, 7.08.1963, Пешкова, Лукичева, МОСП) [7], где с тех пор пока не подтверждалась.

В литературе описаны отдельные местонахождения вида в соседних областях (Федотов, Евстигнеев [12]; Решетникова [11]; Шапурко, [14]).

В рамках флористико-геоботанического обследования территории национального парка в 2013 г. проведено изучение вышеуказанной ценопопуляции *Neottianthe cucullata*. Фитоценотическая приуроченность этого вида в нашем регионе не обсуждалась.

Материалы и методы

Описание лесных сообществ проведено на площадках в 400 м². Оценка количественного участия видов дана по комбинированной шкале Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, [9]; Миркин, [15]): «г» – очень редки, 1-4 особи; «+» – разреженно и покрывают менее 1 % площадки; «1» – особи многочисленны, но покрывают не более 5 % площадки или довольно разрежены, но с такой же величиной покрытия; «2» – от 6 % до 25 %; «3» – покрыто от 26 % до 50 %; «4» – покрыто от 50 % до 75 %; «5» – более 75 %. Названия сосудистых растений даны по С. К. Черепанову [13]; моховидных по М.С. Игнатову и др. [6]. Гербарные сборы, подтверждающие находки, хранятся в Гербарии кафедры ботаники ОГУ (ОНН).

Результаты и их обсуждение

В Орловской области *Neottianthe cucullata* характерна для сообществ хвойных и смешанных лесов различного состава, приуроченным к подзолистым песчаным и супесчаным почвам. Ее экологическая формула по шкалам Г. Элленберга [16]: $K_7L_5T_5F_6R_6N_3$. Согласно формуле, неоттианта – субконтинентальный полутеневого вид свежих слабокислых часто бедных минеральным азотом почв.

Сообщества с участием неоттианты согласно эколого-флористической классификации отнесены к асс. *Dicrano-Pinetum sylvestris* Preising et Knapp ex Oberd. 1957 (табл. 2). Типологически это зеленомошные и разнотравные ацидофитные разреженные средневозрастные сосняки и смешанные леса. Описание указанных типов дается отдельно.

1. Средневозрастный сосновый лес (табл. 2, оп.

5-8). Первый подъярус древостоя сформирован в основном *Pinus sylvestris*, достигающей в высоту 26 м при диаметре стволов на уровне груди в среднем до 60 см. В значительном количестве присутствуют *Betula pendula* и *Populus tremula* высотой до 22-24 м. Имеется примесь *Betula alba*. Общая формула древостоя: 7-8 С 2-3 Ос.+1-2 Б. Некоторые особи *Pinus sylvestris* и *Betula pendula* выходят во второй подъярус, но полага при этом не образуют. Древостой разреженный – общая сомкнутость крон 55-60 %.

Подлесок редкий. Проективное покрытие – 10-15 %. Этот ярус образован *Sorbus aucuparia* и *Frangula alnus*, с небольшим обилием встречаются *Chamaecytisus ruthenicus* и *Juniperus communis*. В подросте отмечены *Picea abies*, *Betula alba*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*.

Травяно-кустарничковый ярус имеет проективное покрытие от 45 до 80%. В составе травостоя представлены в основном виды бореального и суббореального геоэлементов. *Neottianthe cucullata* распределена по площадке неравномерно как отдельными особями (всех возрастных состояний), так и группами по 5-10 и более особей. При этом участки с *Neottianthe cucullata* расположены вдоль оленьих троп, ведущих к подкормочной площадке. Между тропами встречаются в основном разрозненные экземпляры *Neottianthe cucullata*.

Моховой ярус представлен разрозненными пятнами диаметром до 10 м², приурочен к понижениям рельефа. Общее проективное покрытие яруса – от 10 до 50 %. Его основу составляют зеленые мхи: *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *D. scoparium*.

2. Смешанный лес (табл. 2, оп. 1-4). Основу древостоя составляет *Pinus sylvestris*, параметры которой сходны с вышеописанными. Примерно в равных долях присутствуют *Betula pendula* и *Populus tremula*. Как и в первом случае, имеется примесь *Betula alba*, но при сходном обилии этот вид встречается чаще. Формула древостоя: 5-7С 2-3Б 2-3 Ос 1Е. Второй подъярус и в этом случае выражен весьма слабо.

Подлесок сравнительно редкий – от 10 до 35%, имеет тот же состав.

В подросте отмечены *Picea abies*, *Betula alba*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*. В малом обилии присутствует *Quercus robur*.

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет от 45 до 85%. Как и в сосняках, травостой здесь представлен в основном бореальными и суббореальными видами. Распространение *Neottianthe cucullata* имеет те же особенности.

Моховой ярус представлен: *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *D. Scoparium*, появляется *Ptilium crista-castrensis*. Общее проективное покрытие яруса сильно колеблется – от 5 до 55 %.

Оценка состояния ценопопуляции *N. cucullata* в Орловской области

Впервые эта ценопопуляция неоттианты отмечена в 2007 г. Были зафиксированы особи различных онтогенетических состояний без подсчета числа особей. В 2009 г. популяция насчитывала более 1800 особей, в

т.ч. 620 цветущих особей. В 2013г. общая численность особей в исследованных растительных сообществах составила более 3200 особей. Отмечено большое число цветущих особей (на некоторых участках до образования аспекта) и проростков, что свидетельствует об активном семенном размножении неоттианты. Отдельно по возрастным группам учет не проводился. Состояние популяции стабильное.

Оценка состояния ценопопуляции проведена на площадке 1 м² в сосняке разнотравном (табл. 2, оп. 5). Онтогенетическое состояние особей определялось по опубликованному ключу [4].

В ценопопуляции представлены особи четырех возрастных состояний (табл. 1). Состав онтогенетического спектра демонстрирует преобладание ранневозрастных особей.

Таблица 1.

Морфометрические характеристики онтогенетических состояний *N. cucullata*

Показатель	Возрастное состояние			
	j	im	v	g
Количество особей на 1 м ²	103	15	5	8
Количество листьев	1	1-(2)	2	2-(3)
Длина листа, см	2,4	3,63	3,85	5,75
Ширина листа в наиболее широкой части, см	0,3	0,5	1,21	2,29
Длина цветоносного побега, см	–	–	–	17,41
Количество цветков	–	–	–	12,39

Наибольшее количество особей (103) можно отнести к ювенильному состоянию. Относительно высокое участие в возрастном спектре ювенильных растений свидетельствует о нормальном самоподдержании популяции [4].

В состав группы генеративных растений включены и временно не цветущие особи. Эффективная численность составляет 60,0 %.

По характеру спектра ценопопуляцию можно оценить как процветающую, так как в ней присутствуют особи разных онтогенетических состояний и активно идет семенное размножение. Причем семенное возобновление в ценопопуляции можно оценить как хорошее, так как в ней отмечено сравнительно [14] большое количество ювенильных растений. Результаты наблюдений 2013 года позволяют говорить о вспышке численности ювенильных особей.

Интересно, что скопления ранневозрастных особей (до 300 и даже 500 штук на 1м²) локализуются на тропах оленей, ведущих к расположенной здесь подкормочной площадке. Неоттианта прорастает прямо в кучках помета оленей, одновременно способствуют и прорастанию семян неоттианты. В то же время необходимо отметить, что некоторые цветоносы неоттианты скушены, скорее всего, именно оленями.

Кроме того, возможно, что семена, осыпающиеся в августе-октябре, разносятся сборщиками грибов и ягод или оленями – на сравнительно обширной площади рассредоточены единичные особи и немногочисленные

разновозрастные группы.

Сравнение ряда морфометрических показателей особей неоттианты в описанном местонахождении с подобными показателями по Московской области, Республике Башкортостан [4] и Брянской области [14] не выявило существенных отличий (рис. 1, 2).

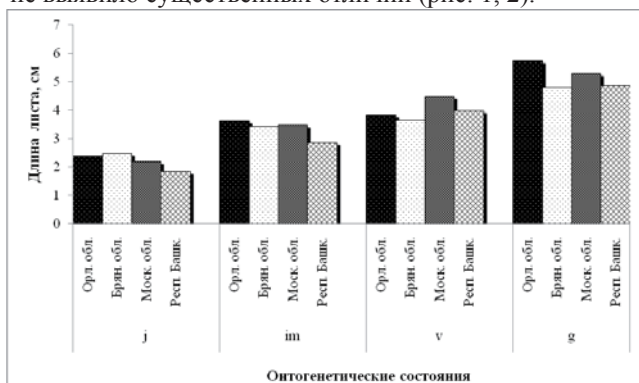


Рис. 1. Длина листа у растений различных онтогенетических состояний в Орловской, Брянской, Московской областях и Республике Башкортостан.

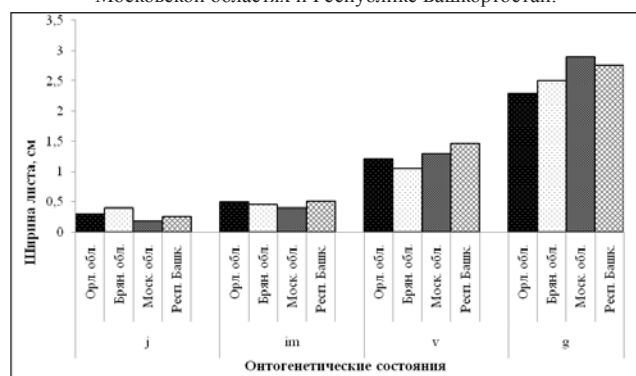


Рис. 2. Ширина листа у растений различных онтогенетических состояний в Орловской, Брянской, Московской областях и Республике Башкортостан.

Локальное незначительное варьирование значений показателей длины и ширины листа можно отнести к небольшим различиям в экологических условиях местообитаний [4].

В целом фитоценотические позиции и возможности сохранения вида в описанных сообществах можно оценить как высокие. Лимитировать произрастание неоттианты в описанных местообитаниях могут лесные пожары и возрастание сомкнутости крон, приводящее к прогрессирующему затенению. С другой стороны, лесохозяйственная деятельность также может угрожать состоянию популяции. Во-первых, слишком интенсивная санитарная рубка может спровоцировать развитие травостоя. Во-вторых, проведение этих мероприятий в

теплое время года приведет к повреждению напочвенного покрова (в который погружены клубни и корни неоттианты) и прямому уничтожению особей неоттианты.

Следовательно, в условиях национального парка рациональное ведение лесохозяйственной и биотехнической деятельности в месте нахождения этого вида приобретает особое значение для его сохранения.

Для оптимизации условий произрастания и поддержания стабильного существования *Neottianthe cucullata* в указанном местообитании необходимо принять следующие меры.

1. По мере необходимости выполнять санитарные рубки древостоя для поддержания более или менее постоянного уровня освещения.

2. Рубки выполнять только в зимний период после промерзания верхнего слоя почвы и установления снежного покрова, чтобы свести к минимуму уничтожение отдельных особей неоттианты.

3. Поддерживать обитание в этих кварталах популяции пятнистого оленя, по всей видимости, способствующего активизации семенного размножения данного вида.

Поиск новых местонахождений *Neottianthe cucullata* и мониторинг описанной популяции продолжается. Вид внесен в Приложение 2 Красной книги Орловской области [8] и в список редких и охраняемых растений национального парка «Орловское полесье» [1, 2]. Материалы исследований будут использованы для ведения Красной книги Орловской области.

Отмечены в одном описании: *Pyrola rotundifolia* (2, 4), *Vaccinium myrtillus* (1, +), *Athyrium filix-femina* (2, +), *Knautia arvensis* (8, +), *Achillea millefolium* (7, +), *Agrostis tenuis* (2, +), *Angelica sylvestris* (8, +), *Botrychium multifidum* (2, +), *Campanula patula* (1, +), *Genista tinctoria* (2, +), *Hypopitys monotropa* (2, +), *Knautia arvensis* (8, +), *Moneses uniflora* (2, +), *Padus avium* (8, +), *Plantago major* (7, +), *Ranunculus acris* (8, +), *Trifolium medium* (2, +), *T. montanum* (2, +), *Vaccinium uliginosum* (1, r), *Veronica serpyllifolia* (2, +).

Локализация описаний: оп. 1, 2, 3, 6, 7 – кв. 40; 4, 5, 8 – кв. 41 (Орловская обл., Хотынецкий р-н, ФГБУ «Национальный парк «Орловское полесье», Тургеневское лесничество), 30.07.2013. Автор М.Н. Абадонова.

Приняты следующие обозначения ярусов в сообществах: А – первый подъярус древостоя, В – второй подъярус древостоя, С – подлесок, Д – травяно-кустарничковый ярус, Е – мохово-лишайниковый ярус, juv. – ювенильные растения.

Таблица 2.

Характеризующая таблица описаний сообществ с участием *Neottianthe cucullata*

Номер описания табличный	Ярус	1	2	3	4	5	6	7	8
Древесный ярус: высота, м		24	22	24	26	26	24	22	24
сомкнутость крон, %		50	75	55	50	55	55	55	60
Кустарничковый ярус: сомкнутость, %		35	35	15	10	15	15	10	15
Травяно-кустарничковый ярус: общее проективное покрытие, %		75	75	45	85	45	70	85	80
Моховой ярус: общее проективное покрытие, %		55	10	15	5	75	30	15	20

03.00.00 – БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
03.00.00 – BIOLOGICAL SCIENCES

Номер описания табличный	Ярус	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество видов		39	46	37	29	33	27	28	32
<i>Pinus sylvestris</i>	A	4	3	2	+	4	4	4	4
<i>P. sylvestris</i>	B	+	.	+	.	+	.	.	+
<i>P. sylvestris</i>	C	.	+	+	+	+	.	.	+
<i>P. sylvestris</i>	juv.	.	+	+	+	+	.	.	+
<i>Picea abies</i>	A	2	.	3	2	.	.	.	.
<i>P. abies</i>	C	+	+	+	+	+	+	.	+
<i>P. abies</i>	juv.	+	r	r	.	+	+	+	+
<i>Betula pendula</i>	A	.	3	3	2	1	.	.	1
<i>B. pendula</i>	B	.	+	+	+	r	.	.	.
<i>B. pendula</i>	C	.	.	.	+	.	r	.	.
<i>Betula alba</i>	A	.	+	+	+	+	.	.	+
<i>B. alba</i>	C	.	+	.	.	.	+	+	.
<i>B. alba</i>	juv.	+	.	+	+	+	.	.	+
<i>Populus tremula</i>	A	2	3	.	3	2	2	2	1
<i>P. tremula</i>	C	+	+	+	+	r	+	+	+
<i>P. tremula</i>	juv.	+	.	+	+	+	+	+	+
<i>Quercus robur</i>	juv.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	C	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Frangula alnus</i>	C	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	C	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salix caprea</i>	C	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Juniperus communis</i>	C	r	.	.	.	.	.	r	r
<i>Rubus idaeus</i>	C	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>R. idaeus</i>	juv.	.	+	.	.	+	+	.	.
<i>Viburnum opulus</i>	C	.	.	+	r	.	.	.	.
<i>V. opulus</i>	juv.	.	.	.	+	+	.	.	+
<i>Corylus avellana</i>	C	+	.	r	.	.	.	.	.
<i>Neottianthe cucullata</i>	D	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Calamagrostis epigeios</i>	D	+	+	3	+	3	+	+	+
<i>Orthilia secunda</i>	D	+	1	1	1	1	+	+	+
<i>Melampyrum nemorosum</i>	D	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Luzula pilosa</i>	D	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	D	+	.	+	.	+	+	.	3
<i>Veronica officinalis</i>	D	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	D	+	+	+	+	+	+	.	+
<i>Festuca ovina Piceetea</i>	D	+	+	+	+	+	.	+	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	D	+	+	+	.	+	+	+	+
<i>Maianthemum bifolium</i>	D	+	+	+	4	+	.	+	+
<i>Fragaria vesca</i>	D	+	1	+	+	+	+	+	.
<i>Melampyrum pratense</i>	D	+	+	+	+	.	+	+	+
<i>Hieracium umbellatum</i>	D	.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chimaphila umbellata</i>	D	+	.	1	+	+	+	+	.
<i>Epipactis helleborine</i>	D	+	+	+	.	+	+	+	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	D	+	+	.	.	.	+	+	+
<i>Platanthera bifolia</i>	D	+	.	+	+	+	.	.	+
<i>Prunella vulgaris</i>	D	+	+	.	+	.	.	+	+
<i>Viola canina</i>	D	+	+	+	.	+	.	+	.
<i>Lycopodium annotinum</i>	D	+	+	+	.	+	4	.	.
<i>Mycelis muralis</i>	D	+	+	+	.	+	+	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	D	+	+	+	.	+	.	.	.
<i>Galium mollugo</i>	D	.	+	+	.	+	.	.	+
<i>Antennaria dioica</i>	D	.	.	+	.	+	.	.	+
<i>Convallaria majalis</i>	D	.	+	+	.	+	.	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	D	.	+	.	+	.	.	.	+
<i>Taraxacum officinale</i>	D	.	+	.	.	.	+	+	.
<i>Lycopodium clavatum</i>	D	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Hieracium pilosella</i>	D	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Melica nutans</i>	D	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Tanacetum vulgare</i>	D	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Chamaenerion sp.</i>	D	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Carex digitata</i>	D	.	.	.	+	.	.	5	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	E	3	1	1	+	3	2	1	.
<i>Dicranum polysetum</i>	E	2	1	1	+	3	2	1	.
<i>D. scoparium</i>	E	.	+	+	2	1	.	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	E	1	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	E	1	.	1	.	.	.	.	.

Библиографический список

1. Абадонова М.Н. Редкие фитоценозы и растения национального парка «Орловское Полесье». Ученые записки Орловского государственного университета 2008; № 2. С. 19-25.
2. Абадонова М.Н. Мониторинг состояния ценопопуляций некоторых редких видов растений национального парка «Орловское Полесье» Мат. научно-практ. конф. «Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана» Брянск: Ладомир. 2009. С. 6-9.
3. Абадонова М.Н. Сосудистые растения национального парка «Орловское полесье». Орел: Труд, 2010. 79.
4. Вахрамеева М. Г. Неоттианте клубучковая В кн.: Биологическая флора Московской области. Вып. 15 – М.: Гриф и К. 2003. С. 50-61.
5. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 1. М.: КМК, 2002.
6. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. М.: КМК, 2003.
7. Киселева Л.Л., Пригоряну О.М., Щербakov А.В., Золотухин Н.И. Атлас редких и охраняемых растений Орловской области. Орел, 2012.
8. Красная книга Орловской области. Грибы, растения, животные. Орел, 2007: 247.
9. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности Уфа: Гилем, 1998.
10. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: КМК, 2008.
11. Решетникова Н.М., Майоров С.Р., Скворцов А.К., Крылов А.В., Воронкина Н.В., Попченко М.И., Шмытов А.А. Калужская флора. М.: КМК, 2010: 220.
12. Федотов Ю.П., Евстигнеев О.И. Сосудистые растения заповедника «Брянский лес». М., 1999.
13. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств СПб.: Мир и семья, 1995.
14. Шапурко А.В. Сообщества с участием *Neottianthe cucullata* (L.) Schlech. (Orchidaceae) и оценка состояния ее ценопопуляции в Брянской области. Ученые записки Орловского государственного университета 2012; 6-1: 189-194.
15. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie 3 Aufl. Wien; T.-Y., 1964.
16. Ellenberg H., Weber H. E., Dull R. at al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa – 2 Aufl. – Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG, 1992.

References

1. Abadonova M.N. Rare plant communities and plants of the national Park Orlovskoe Polesye". Scientific notes of Orel state University, 2008; No2. Pp. 19-25.
2. Abadonova M.N. Monitoring of the status of populations of some rare species of plants of the national Park Orlovskoe Polesye", Materials of scientific-practical conference "Vegetation of Eastern Europe: classification, ecology and conservation" Bryansk: Ladamir. 2009. Pp. 6-9.
3. Abadonova M.N. Vascular plants of the national Park Orlovskoe Polesye". Orel: Labour, 2010. 79.
4. Vahrameeva M.G. Neottianthe clubockova. In the book: Biological flora of Moscow region. Vol. 15 - M: Grif and K. 2003. Pp. 50-61.
5. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S. Tikhomirov V.N. Illustrated keys to plants of Average Russia. Volume 1. M: KMK, 2002.
6. Ignatov M.S., Ignatova E.A. Flora of mosses middle part of European Russia. M: KMK, 2003.
7. Kiseleva L.L., Prigoryanu O.M., Shcherbakov A.V., Zolotukhin N.I. Atlas of rare and protected plants of the Orel region. Eagle, 2012.
8. Red data book of the Orel region. Fungi, plants, animals. Orel, 2007. 247 p.
9. Mirkin B.M., Naumova L.G. Science of vegetation Ufa: by Gilem, 1998.
10. Red data book of the Russian Federation (plants and fungi). M: KMK, 2008.
11. Reshetnikova N.M., Mayorov S.R., Skvortsov A.K., Krylov A.V., Voronkina N.V., Popchenko M.I., Shmytov A.A. Kaluga flora. M: KMK, 2010. 220 p.
12. Fedotov Y.P., Evstigneev O.I. Vascular plants of the reserve "Bryansk forest". M., 1999.
13. Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and neighboring countries SPb.: World and family, 1995.
14. Shapurko A.V. Community participation *Neottianthe cucullata* (L.) Schlech. (Orchidaceae) and assessment of its cenopopulation in the Bryansk region. Scientific notes of Orel state University 2012; 6-1. Pp. 189-194.
15. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie 3 Aufl. Wien; T.-Y., 1964.
16. Ellenberg H., Weber H. E., Dull R. at al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa – 2 Aufl. – Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG, 1992.

УДК 581.1

В.И. РАДЫГИНА

доктор биологических наук, профессор, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет

E-mail: kaf_botany@univ-orel.ru

Н.М. ДЕРЖАВИНА

доктор биологических наук, профессор, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет

E-mail: d-nm@mail-ru

Т.А. ЦУЦУПА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет

E-mail: tsutsupa@mail.ru

UDC 581.1

V.I. PADYGINA

Doctor of Biology, professor department of botany, physiology and biochemistry of plants, Orel State University

E-mail: kaf_botany@univ-orel.ru

N.M. DERZHAVINA

Doctor of Biology, professor department of botany, physiology and biochemistry of plants, Orel State University

E-mail: d-nm@mail-ru

T.A. TSUTSUPA

Candidate of Biology, associate professor department of botany, physiology and biochemistry of plants, Orel State University

E-mail: tsutsupa@mail.ru

АГАРИКОИДНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ*

AGARICALE MACROMYCETES OF OREL REGION

В результате исследования макромицетов (*Basidiomycota*) на территории Орловской области выделено 95 видов агарикоидных грибов. Впервые для региона отмечено 44 вида. Из них 23 вида являются редкими и нуждаются в охране, 3 вида включены в Красную книгу РСФСР.

Ключевые слова: базидиомицеты, агарикоидные грибы, биоразнообразие, редкие виды, Орловская область.

As a result of the research of macromycetes (*Basidiomycota*) on the territory of Orel region 95 types of agaricale mushrooms were identified. 44 species were noted for the region for the first time. 23 species from them are rare and should be protected, 3 species are included in the Red List RSFSR.

Keywords: basidiomycetes, agaricale mushrooms, biodiversity, rare species, Orel region.

Исследования агарикоидных грибов (отдел *Basidiomycota*) проведены в 2012 году на территории Орловской области в хвойно-широколиственной и широколиственной подзонах лесной зоны в Хотынецком, Знаменском, Дмитровском, Шаблыкинском, Болховском и Мценском районах. Кроме этого, учтены литературные данные и материалы, собранные в регионе в предыдущие годы (заспиртованный материал – сборы В.И. Радыгиной, 1983, гербарный материал Т.А. и А.А. Цуцупа, 2009). Сборы хранятся в Гербарии имени В.Н.Хитрово (ОНИИ) в Орловском государственном университете.

Латинские названия грибов проверены по В. Антонину, Ф. Котлаба и др.[1], классификация грибов дана с учетом системы базидиальных грибов, изложенной в 9 издании «Словаря грибов» [7, цит. 4].

Специальные исследования агарикоидных грибов на территории Орловской области никем не проводились. Имеются лишь фрагментарные сведения в популярных литературных источниках [8, 3]. Причем, к решению этого вопроса подходили с гастрономической точки зрения, то есть особое внимание уделялось лишь некоторым съедобным, несъедобным и ядовитым грибам.

В результате проведенных нами исследований на территории Орловской области было выявлено 94 агарикоидных грибов, относящихся к 36 родам, 14 семействам и 3 порядкам. Наибольшим видовым богатством

отличается порядок *Agaricales* (44 видов), за ним следуют порядки: *Boletales* (26 видов) и *Russulales* (23 вида), что вполне соответствует микобиоте хвойно-широколиственной и широколиственной растительных подзон.

Впервые для микобиоты Орловской области отмечено 44 вида агарикоидных грибов: *Boletus leiridos* Schaeff. : Fr., *B. pascuus*, *Xerocomus badius* (Fr.) Kuehner ex Gilbert, *Leccinum aurantiacum* (Bull.) S.F.Gray, *Tapinella atromentosus* (Basch:Fr.)Fr., *Xerocomus chrysenteron* (Bull.) Quel., *Amanita rubescens* Pers.: Fr., *A. virosa* (Fr.) Bert, *A. mappa* (Batsch) Quel., *Agaricus xanodermus* Genevier, *Tricholoma partentosum* (Fr.) Quel., *Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr., *C. micaceus* (Bull.) Fr., *C. comatus* (O.F. Mull.) Pers., *Rozites caperatus* (Pers.:Fr.) P.Karst., *Cortinarius violaceus* Fr., *C. boralis* (Pers.: Fr.) Fr., *C. armillatus* Fr., *Laccaria amethystea* (Bull.) Murrill, *L. laccata* (Scop.: Fr.) Berk. et Bruoome, *Clitocybe odorata* (Bull.: Fr.) P.Kumm., *C. vibecina* (Fr.) Quel., *C. gibba* (Pers.: Fr.) P. Kumm., *Mycena pura* (Pers.:Fr.) P.Kumm., *Paneolus sphinctrinus* (Fr.) Quel., *Strobilurus stephanosystis*, *Megacollybia platyphylla* (Pers.: Fr.) Kotl. et Pousar, *Collybia confluens* (Pers.: Fr.) P. Kumm., *Chroogomphus rutilus* Schaeff., *Gomphidium glutinosus* (Schaeff.: Fr.) Fr., *Macrolepiota rhacodes* (Vittad.) Singer, *M. excoriata* (Schaeff.:Fr.) Wasser, *M. cristata* (Fr.) Kumm., *Psathyrella piluliformis* (Bull.: Fr.) P.O.Orton, *Stropharia aeruginosa*

* Исследование выполнено в рамках выполнения государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ. Задание № 2014/369. Проект № 1373

(Curtis: Fr.) *Quel.*, *Psilocybe semilancelata* (Fr.) P.Kumm., *Russula undulate* Fr., *R. apuellaris* Fr., *R. ochroleuca* (Pers.) Fr., *Lactarius pubescens*, *L. piperatus* (L.:Fr.) Pers., *L. helvus* (Fr.) Fr., *L. glyciosmus* (Fr.: Fr.) Fr., *L. mitissimus* (Fr.) Fr., *Suillus viscidus* (Fr. et Hok) Rauschert.

Фитоценотический обзор позволил выяснить, что большая часть агарикоидных грибов произрастает в лиственных, хвойных и смешанных лесах (30 видов), 15 видов – в лиственных и смешанных лесах. Это виды родов: *Leccinium*, *Xerocomus*, *Lactarius*, кроме того *Amanita porphyrina*, *Cortinarius boralis*. Столько же видов – в хвойных и смешанных лесах (*Tapinella atrotomentosus*, *Amanita virosa*, *Chroogomphus rutilus*, *Gomphidium glutinosus*, виды рода *Suillus* и др.

Индикаторы хвойных лесов: *Lactarius dtilerrimus*, *L. deliciosus*, *Tricholoma partentosum* и др. Только в лиственных лесах растут *Russula undulate*, *Lactarius helvus*. На открытых местах, на лугах, пастбищах, унавоженной почве, в садах, парках, на вырубках отмечено 13 видов. Это *Psilocybe semilanceata*, *Coprinus atramentarius*, *Agaricum campestris*, *Coprinus comatus*, *Paneolus sphinctrinus*, *Marasmius scorodonius*, *M. oreades* и др. На опавших сосновых шишках встречен *Strobilurus stephanocystis*. Более 30 видов являются микоризообразователями с различными древесными породами: это большинство представителей родов *Boletus*, *Suillus*, *Amanita*, *Lactarius*, а также виды – *Cortinarius violaceus*, *Chroogomphus rutilus*, *Russula undulata* и др.

Из 94 видов нами отмечено 9 несъедобных грибов: *Cortinarius boealis*, *Boletus piperatus*, *Tylopilus felleus* (Fr.) Karst., *Coprinus boralis*, *Boletus piperatus*, *Tylopilus felleus* (Fr.) Karst., *Coprinus micaceus*, *Clitocybe vebecina*, *Collibia confluens*, *Hypholoma leteritium* (Schaeff.: Fr.) P. Kumm., *Russula emetica* (Schaeff.) Pers.

15 видов – ядовитые грибы: *Psilocybe semilanceata*, *Russula emetica*, *Lactarius glyciosmus*, *Amanita muscaria*

(Fr.) *Hooker*, *A. porphyria* (Fr.) *Secr.*, *Paneolus sphinctrinus*; слабо ядовитые грибы: *Hypholoma basciculare* (Huds. ex Fr.) Kumm., *Paxillus involutus* (Batsch: Fr.) Fr., *Amanita mappa*, *Agaricus xanthodermus*, *Mycena pura* (Pers.:Fr.) P. Kumm.; смертельно ядовитые грибы:

Amanita phalloides (Fr.) *Sect. u A. virosa* (Fr.) *Bert.* Из них 10 видов вызывают галлюцинации [5].

Отмечено также 8 видов лекарственных грибов. Это *Chroogomphus rutilus* – обладает антибиотическими свойствами, *Tylopilus felleus* – лечит печень, *Russula emetica* – рвотное средство, *Lactarius piperatus* применяется от почечнокаменной болезни, как мочегонное; в нем есть вещества, угнетающие туберкулезную палочку. Некоторые виды маслят (масленок лиственный и др.) обладают противоопухолевыми действиями. Вешенки также обладают противоопухолевой активностью и, кроме того, способны снижать холестерин [4]. *Boletus edulis* – содержит вещества, тормозящие развитие злокачественных опухолей. *Marasmius oreades* обладает бактерицидными свойствами, содержит мариновую кислоту [4].

Для микобиоты агарикоидных грибов на территории Орловской области отмечено 23 редких вида. Из них очень редкие следующие виды: *Cortinarius violaceus*, *C. boralis*, *C. armillatus*, *Strobilurus stephanosystis*, *Collibia confluens*, *Mycena pura*, *Psathyrella pipuliformis*, *Psilocybe semilanciata*, *Xerocomus chrysenteron*, *Paneolus sphinctrinus*, *Laccaria laccata*. Все эти виды отмечены для Национального парка «Орловское полесье».

В Красную книгу РСФСР [6] введены следующие виды: *Gyroporus castaneus*, *G. cyanescens* и *Cortinarius violaceus*.

В перспективе исследования агарикоидных грибов будут продолжаться в лесостепной подзоне нашего региона, что дополнит видовое богатство микобиоты Орловской области.

Библиографический список

1. Антонин В., Котлаба Ф., Глузак З. и др. Грибы. Большая энциклопедия. Перевод на русский язык ЗАО Издательский Дом Ридерс Дайджест. Отпечатано во Франции по изданию Houbu cecsa encyclopedie издательства Readers Digest Vyber. 2005. 368 с.
2. Волобуев С.В. Афиллофороидные грибы Орловской области: таксономический состав, распространение, экология. Дис... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2013. 243 с.
3. Ефремов С.И. Грибы Орловской области // Природа Орловской области. Орел, 1965.
4. Переведенцева Л.Г. Микология: Грибы и грибоподобные организмы: учебник. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. 199 с.
5. Радыгина В.И., Державина Н.М., Лебкова О.А. Некоторые галлюциногенные грибы Орловской области и их биохимические особенности // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: «Естественные, технические и медицинские науки». 2012. № 6 (50). С. 172-175.
6. Красная книга РСФСР. Растения. М.: Росагропромиздат, 1988. 590 с.
7. Ainsworth J. and H. Bisby's Dictionary of the Fungi/ 9th ed by P.F. Kirk, P.F. Cannon, J.C. David and J.A. Stalpers. CAB International, Bioscience, 2001. 624 p.

References

1. Antonin V., Kotlaba F., Gluzak Z. Mushrooms. France: Readers Digest. 2005. 368 p.
2. Volobuev S.V. Afilloforoide mushrooms of the Orel region: taxonomical structure, distribution, ecology. Candidate thesis in Biology, Sankt-Petersburg, 2013. 243 p.
3. Efremov S.I. Mushrooms of the Orel region // Nature of the Orel region. Orel, 1965.
4. Perevedentseva L.G. Mycology: Mushrooms and mushroom organisms: textbook / Perm: Perm. the state. un-t, 2009. 199 p.
5. Radygina V.I., Derzhavina N.M., Lebkova O.A. Some hallucinogenic mushrooms of the Orel region and their biochemical features // Scientific notes of Orel state university. Series: "Natural, technical and medical science", 2012. № 6 (50). Pp. 172-175.
6. Red List RSFSR. Plants. M.: Rosagropromizdat, 1988. 590 p.
7. Ainsworth J. and H. Bisby's Dictionary of the Fungi/ 9th ed by P.F. Kirk, P.F. Cannon, J.C. David and J.A. Stalpers. CAB International, Bioscience, 2001. 624 p.

УДК 581.1

UDC 581.1

И.Г. КИРИЛЛОВА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет

Т.И. ПУЗИНА

доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет
E-mail: TIPuzina@gmail.com

П.С. ПРУДНИКОВ

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур

I.G. KIRILLOVA

Candidate of Biology, Associate professor, Department of Botany, Physiology and Biochemistry of plants, Orel State University

T.I. PUZINA

Doctor of Biology, professor, Head of Department of Botany, Physiology and Biochemistry of plants, Orel State University
E-mail: TIPuzina@gmail.com

P.S. PRUDNIKOV

Candidate of Biology, Senior Researcher, State Research Institute of selection of fruit crops

УЧАСТИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В РЕГУЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ SOLANUM TUBEROSUM В ОПТИМАЛЬНЫХ И СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ*

THE ENGAGEMENT OF LOW-MOLECULAR ANTIOXIDANTS IN REGULATION OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROCESSES OF SOLANUM TUBEROSUM IN THE OPTIMAL AND STRESSFUL ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Исследовали действие антиоксидантов амбиола (производного пуриновых оснований) и селена (селенита натрия) на накопление сухого вещества в процессе фотосинтеза, перекисное окисление липидов мембран и ростовую активность органов Solanum tuberosum в оптимальных условиях и при действии стрессоров – засухи, гипотермии (–2°C). Выявлено повышение ЧПФ, жаростойкости, роста надземных и подземных органов; снижение содержания малонового диальдегида – конечного продукта перекисного окисления липидов. Изученные антиоксиданты больший эффект проявили в условиях действия стрессоров.

Ключевые слова: селен, амбиол, физиолого-биохимические процессы, засуха, гипотермия.

The effect of ambiol antioxidants (derivative of purine bases) and selenium (sodium selenite) on the accumulation of dry matter in the process of photosynthesis, lipid peroxidation of membranes and growth activity of Solanum tuberosum in optimal conditions and under the influence of stressors – drought, hypothermia (–2 °C) was investigated. The increase of net photosynthetic productivity, heat resistance, height above ground and underground organs; reduction of malondialdehyde – the end product of lipid peroxidation were revealed. Antioxidants studied showed a greater effect in the conditions of stressors activity.

Keywords: selenium, ambiol, physiological and biochemical processes, drought, hypothermia.

Как известно, антиоксиданты – вещества, утилизирующие активные формы кислорода, образующиеся в большом количестве в стрессовых условиях среды и повреждающие белки, нуклеиновые кислоты и липиды мембран. Чаще всего антиоксидантная система растения (ферменты-антиоксиданты) в данных условиях не справляется с возникающим окислительным стрессом. Это приводит к необходимости обогащения растений низкомолекулярными антиоксидантами, то есть экзогенному их внесению. В практике растениеводства среди агрохимических средств чаще всего применяют удобрения и пестициды. Антиоксиданты, широко применяемые в медицине и ветеринарии, в растениеводстве практически не используют. Недостаток имеющихся работ заключается в том, что не всегда учитывается видовая специфичность реакции растения на действие антиоксиданта, зависимость от концентрации, способа и времени обработки [1,2].

Целью работы было исследование участия низкомолекулярных антиоксидантов органической и неорганической природы – амбиола (производное пуриновых оснований) и селена на физиолого-биохимические по-

казатели растения картофеля в оптимальных и стрессовых условиях среды.

Для исследований использовали растения картофеля (Solanum tuberosum L.) сорта «Скорoplodный» селекции ВНИИ картофельного хозяйства (Россия). Растения выращивали в условиях вегетационного домика в почвенной культуре на серой лесной почве (N90P60K150). В вегетационном сосуде с 10 кг почвы выращивали одно растение и поддерживали влажность 60 % от полной влагоемкости почвы. Часть опытов проводили в лабораторных условиях на побегах возобновления и их придаточных корнях. Для этого после прохождения глубокого покоя клубни из овощехранилища переносили в условия лаборатории (20 ± 2°C). Для получения 30-дневных побегов возобновления клубни картофеля помещали в ящики с увлажненными опилками и проращивали вначале в темноте, а после появления побегов возобновления – в условиях естественного 14-часового освещения. Гипотермию создавали путем помещения растений в морозильную камеру при температуре –2°C в течение двух часов. Засухе подвергались растения в полевых условиях.

* Исследование выполнено в рамках выполнения государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ. Задание № 2014/369. Проект № 1373

Обработку антиоксидантами проводили путем опрыскивания надземных органов через 15 дней после появления всходов водными растворами селенита натрия – 0.0058 мМ (1 мг/л), амбиола – 0.1 мМ (30 мг/л). Определяли следующие показатели: чистую продуктивность фотосинтеза методом А.А. Ничипоровича; жаростойкость – по методу Ф.Ф. Мацкова; содержание малонового диальдегида – по реакции с тиобарбитуровой кислотой [3]; содержание крахмала определяли на сахариметре («СО-4», Россия) [4]. Опыты проводили в 5-кратной биологической и 5-7-кратной химической повторностях. Достоверность результатов оценивали по критерию Стьюдента.

Интегральным показателем фотосинтетической деятельности растений является чистая продуктивность фотосинтеза. Из данных рис. 1 следует, что в варианте, обогащенном селеном, интенсивность образования сухого вещества была на 31 % выше, чем в контроле.

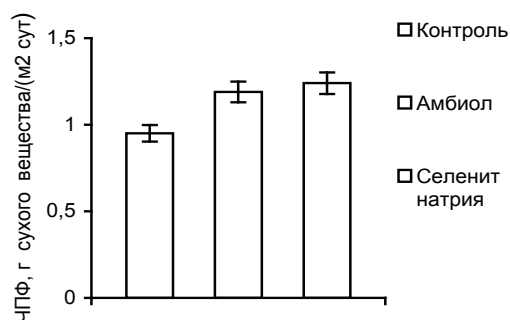


Рис. 1. Влияние амбиола и селенит-йона на чистую продуктивность *Solanum tuberosum*.

Положительный эффект антиоксиданта амбиола был несколько ниже и составил 25%. Представляло интерес выявить действие низкомолекулярных антиоксидантов на целостность клеточных мембран, так как в процессе фотосинтеза образуются активные формы кислорода, запускающие перекисное окисление липидов мембран [5]. Определение содержания конечного продукта перекисного окисления липидов – малонового диальдегида свидетельствует о снижении степени повреждения мембран в условиях обработки растений амбиолом и селенитом натрия (рис.2). При этом больший эффект оказал амбиол. Снижение содержания малонового диальдегида составило 46% по сравнению с контролем. Вероятно, это связано с тем, что амбиол в меньшей степени интенсифицировал процесс фотосинтеза, и как следствие, в этом случае меньше образовывалось активных форм кислорода, а именно, перекиси водорода, повреждающей клеточные мембраны.

Исследование показало, что изучаемые антиоксиданты оказали влияние и на жаростойкость, характеризующую устойчивость клеток к высоким температурам. Из данных рис. 3 следует, что амбиол и селенит-йон повышают жаростойкость листьев картофеля. Так, в варианте с амбиолом разрушение хлорофилла происходило в 2 раза медленнее против контроля, а в варианте с селенитом натрия – в 1,8 раза.

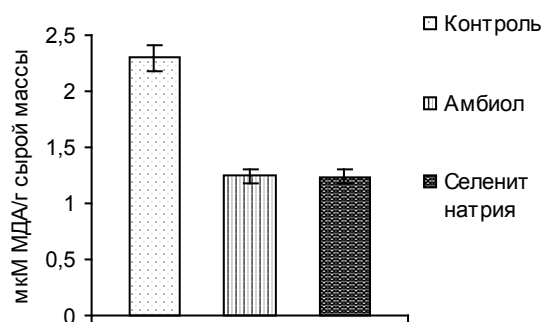


Рис. 2. Влияние амбиола и селенит-йона на содержание малонового диальдегида в листьях *Solanum tuberosum*.

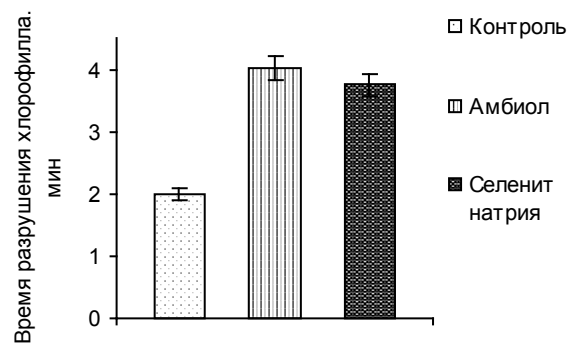


Рис. 3. Влияние антиоксидантов на жаростойкость листьев *Solanum tuberosum*.

Рост является интегральным показателем физиологических процессов в растительном организме. Остановимся на рассмотрении специфики влияния селенит-йона на ростовую активность побегов возобновления и их придаточных корней в оптимальных условиях среды и при действии гипотермии (-2°C). Так, обогащение растений селеном положительно сказалось на ростовых показателях как побегов возобновления, так и их придаточных корней (табл.1). В большей степени увеличилась высота побегов (в 1,6 раза), тогда как ростовая активность массы побегов и объема корней соответственно – на 23 %. Одновременно установлено, что через 14 суток после воздействия стрессора резко снизилась ростовая активность высоты, массы побегов,

Таблица 1.

Влияние гипотермии на ростовую активность побегов возобновления и придаточных корней в условиях гипотермии

Вариант	Ростовая активность, %					
	по высоте побегов		по массе побегов		по объему корневой системы	
	*	**	*	**	*	**
Контроль	1,94±0,19	1,0±0,07	5,6±0,36	3,42±0,23	4,0±0,32	2,34±0,16
Na ₂ SeO ₃	3,14±0,16	2,58±0,19	6,99±0,40	5,22±0,34	5,28±0,34	3,48±0,23

*оптимальные температурные условия

** через 14 суток после стресса (- 2 °С, в течение двух часов)

а также объема придаточных корней. Положительное действие селена на ростовые показатели лучше проявилось при гипотермии по сравнению с бесстрессовыми условиями (табл. 1).

Что касается влияния амбиола на ростовые показатели, то данный антиоксидант также увеличивал ростовую активность побегов картофеля в условиях засухи как в фазе бутонизации, так и цветения (рис. 4).

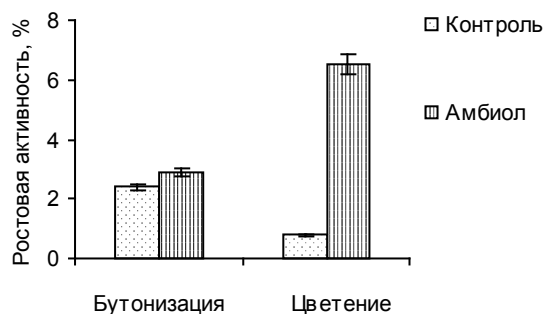


Рис. 4. Влияние амбиола на ростовую активность побегов *Solanum tuberosum* в условиях засухи.

Анализ продуктивности картофеля показал, что обогащение растений антиоксидантами в оптимальных условиях среды увеличило продуктивность растений на 24 % при обработке селенитом натрия и на 17 % в варианте с амбиолом (рис.5). Повышение продуктивности растений в вариантах с антиоксидантами, по-видимому, связано с интенсификацией фотосинтетической деятельности и повышением устойчивости клеточных мембран (рис.1,2).

Доказательством протекторных свойств изучаемых антиоксидантов является увеличение продуктивности растений на фоне засухи и гипотермии. Так, в условиях засухи амбиол и селенит-йон увеличили массу клубней в кусте соответственно на 20-25 %, а при действии гипотермии – на 35-40 %. Как показали наши предыдущие исследования [6,7], низкомолекулярные антиоксиданты селен и амбиол оказывают благоприятное действие на антиоксидантную систему картофеля и, как следствие, снижают отрицательное действие стрессоров (засухи и заморозков).

Для растений картофеля большое значение имеет накопление крахмала в клубнях. Обработка антиоксиданта-

ми повысила содержание крахмала (рис.6). Оно возросло на 25% против контроля. Возможно, в этих условиях интенсифицировался отток ассимилятов в клубни. В предыдущем исследовании нами показано повышение уровня фитогормонов ауксинов под влиянием селенипта-йона, регулирующих транспорт ассимилятов [8].

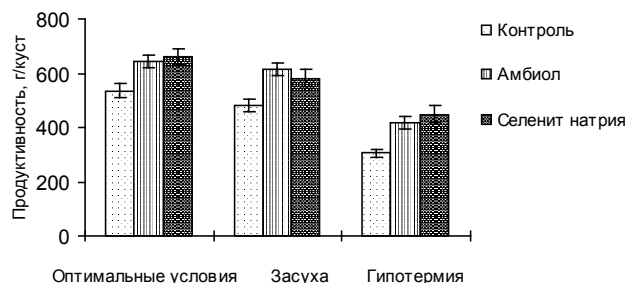


Рис. 5. Влияние низкомолекулярных антиоксидантов на продуктивность растения картофеля в оптимальных и стрессовых условиях среды.

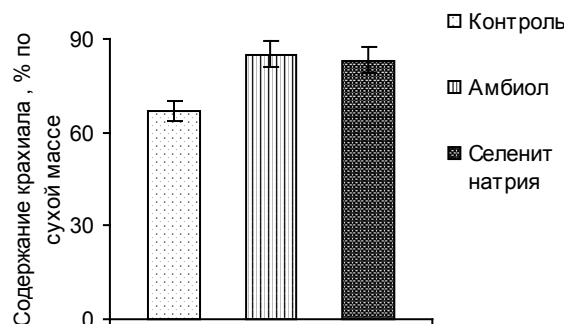


Рис. 6. Содержание крахмала в клубнях в зависимости от обработки растений антиоксидантами.

Таким образом, данное исследование показало, что низкомолекулярные антиоксиданты амбиол и селен в оптимальных условиях среды интенсифицируют накопление сухого вещества в процессе фотосинтеза; защищают клеточные мембраны от перекисного окисления липидов; повышают жаростойкость, что в конечном итоге положительно сказалось на ростовой активности как побегов, так и корневой системы *Solanum tuberosum*. Протекторное действие амбиол и селен в большей степени проявили в условиях стресса (гипотермии и засухи).

Библиографический список

1. Мишина О.С., Белопухов С.Л., Прусакова Л.Д. Физиологические основы применения регуляторов роста Циркона и Карвитола для увеличения продуктивности гречихи // Агрохимия. 2010. №1. С.52-78.
2. Платонова Т.А., Евсюнина А.С., Короблева Н.П. Ультраморфометрическое изучение пластидного аппарата клеток апикальных меристем клубней исходных и трансгенных растений картофеля под влиянием амбиола // Прикладная биохимия и микробиология. 2005. Т.41. № 3.С. 330-339.
3. Лукаткин А.С., Голованова В.С. Интенсивность перекисного окисления липидов в охлажденных листьях теплолюбивых растений // Физиология растений. 1988. Т. 35. Вып. 4. С.773-780.
4. Радов А.С. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат. 1985.312 с.
5. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: КДУ, 2007. 140 с.
6. Пузина Т.И., Прудников П.С., Якушкина Н.И. Влияние селенита натрия и ауксина на работу антиоксидантной системы и ростовые процессы растений картофеля // Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений. Часть I. Орел, 2006. С. 32 - 38.
7. Кириллова И.Г. Влияние амбиола на активность некоторых окислительных ферментов в растении картофеля // Вторые чтения, посвященные памяти Ефремова Степана Ивановича. Орел: Каргуш. 2006. С. 64-67.
8. Пузина Т.И., Прудников П.С., Якушкина Н.И. Селен как модификатор гормонального статуса растений картофеля в условиях гипотермии // Вторые чтения, посвященные памяти Ефремова Степана Ивановича. Орел: Каргуш. 2006. С. 12 -16.

References

1. *Mishina O.S., Belopukhov S.L., Prusakov L.D.* Physiological basis for the use of growth regulators of Zircon and Karvitol to increase productivity of buckwheat // *Agrochemicals*. 2010. №1. Pp.52-78.
 2. *Platonov T.A., Evsyunina A.S., Korableva N.P.* Ultramorphometric study of lastid apparatus of the cell apical meristems and raw tubers of transgenic potato plants under the influence of ambiol // *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2005. V.41. №.3. Pp.330-339.
 3. *Lukatkin A.S., Golovanov V.S.* Lipid peroxidation in chilled leaves of heat-loving plants // *Plant Physiology*. 1988. V. 35. №4. P.773-780.
 4. *Radov A.S.* Manual on Agricultural Chemistry. M.: Agropromizdat. 1985. 312p.
 5. *Poleskaya O.G.* Plant cell and reactive oxygen species. Moscow: KDU, 2007. 140p.
 6. *Puzina T.I., Prudnikov P.S., Yakushkina N.I.* Effect of sodium selenite and auxin work on antioxidant system and growth processes of potato plants // *Regulation of the production process of agricultural plants. Part I*. Orel, 2006. Pp.32-38.
 7. *Kirillova I.G.* Ambiol influence on the activity of certain oxidative enzymes in the plant potatoes // *Second readings in memory of Ephraimov Stepan Ivanovich*. Orel: Cartouche. 2006. Pp.64-67.
 8. *Puzina T.I., Prudnikov P.S., Yakushkina N.I.* Selenium as a modifier of the hormonal status of potato plants in hypothermia // *Second readings in memory of Ephraimov Stepan Ivanovich*. Orel: Cartouche. 2006. Pp. 12-16.
-

УДК 502.75:582

UDC 502.75:582

Л.Л. КИСЕЛЕВА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра ботаники,
Орловский государственный университет
E-mail: LLKiseleva@yandex.ru

А.В. ЩЕРБАКОВ

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник,
кафедра высших растений, Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова
E-mail: shch_a_w@mail.ru

Н.И. ЗОЛОТУХИН

старший научный сотрудник, Центрально-Черноземный
государственный природный биосферный заповедник
им. профессора В.В. Алехина
E-mail: zolotukhin@zapoved-kursk.ru

Л.А. ЛЕПЕШКИНА

кандидат географических наук, научный сотрудник,
Ботанический сад, Воронежский государственный универ-
ситет
E-mail: lilez1980@mail.ru

L.L. KISELYOVA

Candidate of Biology, associate professor of botany Orel state
university
E-mail: LLKiseleva@yandex.ru

A.V. SCHERBAKOV

Doctor of Biology, leading researcher of chair of the highest
plants Lomonosov Moscow State University
E-mail: shch_a_w@mail.ru

N.I. ZOLOTUKHIN

Senior researcher of the Central Chernozem national natural
biospheric park named after prof. V. V. Alyokhin
E-mail: zolotukhin@zapoved-kursk.ru

L.A. LEPESHKINA

Candidate of geographical sciences, researcher of the Botanical
garden Voronezh state university
E-mail: lilez1980@mail.ru

НОВЫЕ ВИДЫ И НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ РАСТЕНИЙ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2013 ГОДУ*

NEW SPECIES AND NEW SITES OF RARE AND PROTECTED PLANTS OF THE OREL AREA IN 2013

В результате исследований флоры Орловской области в 2013 г. и обработки ранее накопленных данных были выявлены:
1 новый вид для региона (*Chaerophyllum temulum*); 33 новых вида редких и охраняемых растений для 7 административных
районов.

Ключевые слова: новые виды сосудистых растений, Орловская область, охраняемые растения.

As a result of the studies of flora in Orel region in 2013 and the processing of previously accumulated data a new species for region
(*Chaerophyllum temulum*), 34 new species of rare and protected plants for 7 administrative districts have been identified.

Keywords: new species of vascular plants, Orel region, protected plants.

В 2013 г. были проведены исследования флоры со-
судистых растений на территории 12 административных районов Орловской области: Дмитровского, Залегощенского, Корсаковского, Краснотарского, Мценского, Новодеревеньковского, Новосильского, Орловского, Свердловского, Сосковского, Троснянского и Шаблыкинского; учтены также ранее собранные материалы по Ливенскому и Должанскому районам. Гербарные образцы сосудистых растений хранятся в гербариях: Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (MW), Орловского государственного университета (ОНИИ), Курского Центрально-Черноземного государственного заповедника им. проф. В.В. Алехина (ЦЧЗ) и Ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета (ГБСВГУ). Приводим список флористических находок (научные названия видов даны по П.Ф. Маевскому [6]). Виды, занесенные в Красную книгу Орловской области [5], помечены – *.

Asplenium ruta-muraria L. – **Костенец почтовый**. Новосильский р-н, близ д. Вяжи, 53°01' с.ш., 36°57' в.д., основание известнякового склона юго-западной экспозиции правого берега р. Зуша, 6 VI 2013, Киселева Л.Л.,

Щербаков А.В. (ОНИИ). В этом месте вид собрался более 50 лет назад С.В. Голицыным: окр. Вяжей, на Зуше, скалы, западный известняковый крутой склон над рекой, 11 X 1960, VU [3].

Brachypodium pinnatum (L.) P. Beauv. – **Коротконожка перистая**. 1) Залегощенский р-н, 0,4 км северо-западнее п. Затишенский 1-й, 52°50' с.ш., 36°45' в.д., левый крутой известняковый берег р. Дернов Колодец, нагорная дубрава на склоне юго-восточной экспозиции, 8 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Сосковский р-н, 1 км северо-восточнее п. Прошевский, 52°43' с.ш., 35°21' в.д., осиново-березовый лес на склоне балки северо-восточной экспозиции, 10 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Сосковского р-на.

B. sylvaticum (Huds.) P. Beauv. – **К. лесная**. 1) Дмитровский р-н, 1,3 км юго-западнее д. Крупышино, 52°33' с.ш., 35°27' в.д., в березовом лесу, 26 VIII 2013, Киселева Л.Л., Соколова И.В. (ОНИИ); 2) Новосильский р-н, 1 км восточнее д. Вяжи-Заверх, 53°01' с.ш., 36°58', широколиственный лес, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

Melica transsilvanica Schur – **П. трансильванский**.

* Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства Образования и науки РФ Орловскому государственному университету, проект № 1506 «Эволюция экосистем Среднерусской возвышенности в ближайшем геологическом прошлом, настоящем и прогноз их развития в условиях климатических изменений».

Новосильский р-н, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

Stipa capillata L. – Ковыль волосовидный.

1) Орловский р-н, 0,3 км севернее д. Голохвастово, 52°46' с.ш., 36°07' в.д., склон юго-восточной экспозиции левого берега р. Рыбница, 3 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

**S. pennata* L. – К. перистый. 1) Корсаковский р-н, северо-западная часть п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°20' в.д., склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Новосильский р-н, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь в средней части склона юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (МВ, ОНИИ). Новый вид для флоры Корсаковского р-на.

**S. pulcherrima* C. Koch – К. красивейший. Новосильский р-н, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, луговая степь в верхней части склона юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Новосильского р-на.

Carex humilis Leyss. – Осока низкая.

1) Новодеревеньковский р-н, 0,5 км западнее с. Моховое, 53°02' с.ш., 37°19' в.д., средняя часть склона южной экспозиции правого берега р. Раковка, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИИ, ГБСВГУ); 2) Краснозороенский р-н, с. Рахманово, склон южной экспозиции правобережья р. Большая Чернава, 19 X 2013, Лепешкина Л.А. (ГБСВГУ). Новый вид для флор Новодеревеньковского и Корсаковского р-нов.

Allium flavescens Bess. – Лук желтеющий.

Новодеревеньковский р-н, 0,5 км западнее с. Моховое, 53°02' с.ш., 37°19' в.д., средняя часть склона южной экспозиции правого берега р. Раковка, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИИ, ГБСВГУ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

**Fritillaria meleagris* L. – Рябчик шахматный.

Краснозороенский р-н, окр. с. Будские, 52°48' с.ш., 37°46' в.д., урочище Майорова балка, 5 V 2013, Лепешкина Л.А. (ГБСВГУ).

**Iris aphylla* L. – Касатик безлистный.

Залегощенский р-н, 1 км юго-восточнее д. Суры, 52°50' с.ш., 36°45' в.д., остепненный склон юго-западной экспозиции, левого берега р. Дернов Колодец, 8 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

**Gladiolus imbricatus* L. s. str. – Шпажник черепитчатый. 1) Корсаковский р-н, 0,1 км южнее п. Корсаково, 53°15' с.ш., 37°21' в.д., влажная опушка березовой лесополосы, 4 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л. (ОНИИ); 2) Свердловский р-н, 1 км южнее д. Никуличи, 52°45' с.ш., 36°31' в.д., склон балки юго-западной экспозиции, 7 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л. (ОНИИ).

Epipactis helleborine (L.) Crantz – Дремлик широко-

колистный. Дмитровский р-н, 1,3 км юго-западнее д. Крупышино, 52°33' с.ш., 35°27' в.д., в березовом лесу на дне балки, 26 VIII 2013, Киселева Л.Л., Соколова И.В. (ОНИИ).

Thesium arvense Horv. – Ленец полевой.

1) Новосильский р-н, 0,5 км сев. д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Орловский р-н, 0,4 км северо-восточнее д. Сретенье, 52°50' с.ш., 36°05' в.д., верхняя сухая часть степного склона долины р. Рыбницы, 3 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л. (ОНИИ).

Dianthus andrzejowskianus (Zapal.) Kulcz. – Гвоздика Андреевского. Новосильский р-н, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

Gypsophila altissima L. – Качим высокий.

Новодеревеньковский р-н, 1,7 км северо-восточнее с. Моховое, 53°04' с.ш., 37°21' в.д., остепненный склон балки южной экспозиции, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИИ, ГБСВГУ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

**Adonis vernalis* L. – Адонис весенний.

1) Залегощенский р-н, юго-западная часть д. Красное, 52°49' с.ш., 36°43' в.д., остепненный склон юго-восточной экспозиции прав. берега р. Неручь, 8 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Краснозороенский р-н, окр. с. Будские, 52°48' с.ш., 37°46' в.д., урочище Майорова балка, 5 V 2013, Лепешкина Л.А. (ГБСВГУ).

Alyssum calycinum L. – Бурачок чашечный.

Новодеревеньковский р-н, 0,5 км западнее с. Моховое, 53°02' с.ш., 37°19' в.д., средняя часть склона южной экспозиции правого берега р. Раковка, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

Cerasus fruticosa Pall. – Вишня кустарниковая, или степная. Новосильский р-н, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

Potentilla supina L. – Лапчатка лежащая. Ливенский р-н, напротив нижнего края с. Покровское, на сыром песке у русла, 23 IX 1999, Золотухин Н.И. (ЦЧЗ).

Rosa villosa L. (*R. pomifera* Herrm.) – Шиповник мохнатый.

1) Корсаковский р-н, северо-западная часть п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°20' в.д., вершина остепненного склона южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Троснянский р-н, 1 км западнее д. Ниж. Муханово, 52°29' с.ш., 35°45' в.д., остепненный склон южной экспозиции, 5 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Корсаковского и Троснянского р-нов.

Astragalus austriacus Jacq. – Астрагал австрийский.

Корсаковский р-н, северо-западная часть п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°20' в.д., склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI

2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ). Новый вид для флоры Корсаковского р-на.

***Geranium robertianum* L. – Герань Роберта.**

1) *Шаблыкинский р-н*, 3 км юго-западнее д. Юшково, 52°55' с.ш., 35°02' в.д., дубово-березово-осиновая посадка близ сплавинного болота «Индовище», 11 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ); 2) *Новодеревеньковский р-н*, 0,7 км юго-восточнее с. Моховое, 53°02' с.ш., 37°21' в.д., Шатиловский лес, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

***Linum flavum* L. – Лён желтый. Новосильский р-н**, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ); *Сосковский р-н*, 1 км северо-восточнее п. Грошевский, 52°42' с.ш., 35°22' в.д., верховье балки, остепненный склон южной экспозиции, 10 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ).

***Linum perenne* L. – Л. многолетний. Новосильский р-н**, 0,5 км западнее д. Вяжи-Заверх, 53°01' с.ш., 36°56' в.д., вершина остепненного склона южной экспозиции правого берега р. Зуша, 6 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ). Новый вид для флоры Новосильского р-на.

***Polygala sibirica* L. – Истод сибирский.** 1) *Мценский р-н*, 1 км северо-западнее с. Алешня, остепненный луг по левобережному склону долины р. Алешня, 2 VI 2013, Щербаков А.В. (ОНИ); *Новодеревеньковский р-н*: 2) 1,7 км северо-восточнее с. Моховое, 53°04' с.ш., 37°21' в.д., остепненный склон балки южной экспозиции, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИ, ГбСВГУ); 3) 0,5 км западнее с. Моховое, 53°02' с.ш., 37°19' в.д., средняя часть склона южной экспозиции правого берега р. Раковка, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИ); Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

***Euphorbia subtilis* Prokh. – Молочай тонкий.** 1) *Корсаковский р-н*, северо-западная часть п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°20' в.д., склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ); 2) *Новосильский р-н*, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ). Новый вид для флоры Корсаковского и Новосильского р-нов.

***Cotinus coggygria* Scop. – Скумпия кожевенная, или обыкновенная. Новосильский р-н**, 0,5 км сев. д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, вершина остепненного склона юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ). Новый адвентивный вид для флоры Новосильского р-на.

***Viola accrescens* Klok. (*V. pumila* auct. non Chaix р. р.) – Фиалка разрастающаяся, или низкая. Новодеревеньковский р-н**, 1,7 км северо-восточнее с. Моховое, 53°04' с.ш., 37°21' в.д., остепненный склон

балки южной экспозиции, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

***Chaerophyllum aromaticum* L. – Бутень ароматный.**

1) *Новодеревеньковский р-н*, 0,7 км западнее с. Моховое, 53°02' с.ш., 37°19' в.д., средняя берег р. Раковка, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИ); 2) *Новосильский р-н*, 1 км восточнее д. Вяжи-Заверх, 53°01' с.ш., 36°58' в широколиственном лесу, 9 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л. (ОНИ); 3) *Орловский р-н*, близ д. Клейменово, 53°09' с.ш., 36°11' в.д., широколиственный лес, 9 VI 2013, Киселева Л.Л. (ОНИ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского, Новосильского и Орловского р-нов.

***Chaerophyllum temulum* L. – Бутень одуряющий.**

Новодеревеньковский р-н, 1,7 км северо-восточнее с. Моховое, 53°04' с.ш., 37°21' в.д., остепненный склон балки южной экспозиции, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИ). Новый вид для флоры региона. Среднеевропейско-кавказский вид, в последние десятилетия в Средней России не обнаруживавшийся или находимый в качестве заносного растения. Указания конца XIX в. на обнаружение этого бутня из сопредельных регионов либо не подкреплены гербарными сборами, либо оказались относящимися к другим видам рода. Известно, что в середине XIX в. в Моховом было крупное образцовое хозяйство, заведующий которым, г-н Майер, увлекался ботаникой, собирал гербарий и даже принимал у себя знаменитых флористов, в частности, издателя эксикат Московской флоры Н.И. Анненкова. В статье последнего [2] приведен ряд европейских видов, некоторые из которых вполне могли разводиться в усадебном парке. Вероятно, обнаруженные нами растения в данном местонахождении также являются “беглецами” из былой культуры.

В последние годы бутень одуряющий стал интенсивно распространяться по лесным опушкам в лесопарках Москвы и в ближнем Подмосковье [1].

***Xanthoselinum alsaticum* (L.) Schur – Златогоричник**

эльзасский. 1) *Залегощенский р-н*, юго-западная часть д. Красное, 52°49' с.ш., 36°43' в.д., остепненный склон юго-восточной экспозиции правого берега р. Неручь, 8 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ); 2) *Новосильский р-н*, 0,5 км западнее д. Вяжи-Заверх, 53°01' с.ш., 36°56' в.д., вершина остепненного склона южной экспозиции правого берега р. Зуша, 6 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ). Новый вид для флоры Новосильского р-на.

****Gentiana cruciata* L. – Горечавка крестовидная, или Соколий перелёт.** 1) *Корсаковский р-н*, 0,2 км восточнее п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°22' в.д., остепненный склон юго-восточной экспозиции правого берега р. Зуша, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИ); 2) *Новодеревеньковский р-н*, окр. д. Старая Барановка, 52°51' с.ш., 37°32' в.д., луговина у подножия склона западной экспозиции, 15 X 2013, Лепешкина Л.А. (ГбСВГУ); 3) окр. с. Елагино, 52°49' с.ш., 37°33' в.д., луговина у подножия склона северной экспозиции,

15 X 2013, Лепешкина Л.А. (ГБСВГУ). Новый вид для флор Корсаковского и Новодеревеньковского р-нов.

***Lithospermum officinale* L. – Воробейник лекарственный.** Новосильский р-н, 0,5 км западнее д. Вяжи-Заверх, 53°01' с.ш., 36°56' в.д., вершина остепненного склона южной экспозиции правого берега р. Зуша, 6 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); Новодеревеньковский р-н, окр. с. Елагино, 52°49' с.ш., 37°33' в.д., склон северной экспозиции, 15 X 2013, Лепешкина Л.А. (ГБСВГУ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

***Scutellaria supina* L. – Шлемник приземистый.** Новодеревеньковский р-н, 1,7 км северо-восточнее с. Моховое, 53°04' с.ш., 37°21' в.д., остепненный склон балки южной экспозиции, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИИ, ГБСВГУ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

***Echium russicum* J.F. Gmel. – Синяк русский.** Новосильский р-н, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

***Veronica austriaca* L. (V. jacquinii Bailing.) – Вероника австрийская.** 1) Залегощенский р-н, юго-западная часть д. Красное, 52°49' с.ш., 36°43' в.д., остепненный склон юго-восточной экспозиции правого берега р. Неручь, 8 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

***V. incana* L. В. седая.** Корсаковский р-н, северо-западная часть п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°20' в.д., склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Корсаковского р-на.

***Orobanche alba* Steph. – Заразиха белая.** 1) Залегощенский р-н, юго-западная часть д. Красное, 52°49' с.ш., 36°43' в.д., остепненный склон юго-восточной экспозиции правого берега р. Неручь, 8 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ, MW); 2) Новосильский р-н, 0,5 км западнее д. Вяжи-Заверх, 53°01' с.ш., 36°56' в.д., остепненный склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, 6 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 3) 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Новосильского р-на.

***Galium octonarium* (Klok.) Soó – Подмаренник восьмилистный.** Корсаковский р-н, северо-западная часть п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°20' в.д., склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Корсаковского р-на.

***Campanula latifolia* L. – Колокольчик широколистный.** Шаблыкинский р-н, близ п. Шаблыкино, 52°50' с.ш., 35°12' в.д., парк Н.В. Киреевского, дубово-ясеневый лес, 12 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л. (ОНИИ).

***Centaurea sumensis* Kalen. – Василёк сумской.** 1) Корсаковский р-н, северо-западная часть п. Корсаково,

53°16' с.ш., 37°20' в.д., склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Орловский р-н, 0,4 км северо-восточнее д. Сретенье, 52°50' с.ш., 36°05' в.д., верхняя сухая часть степного склона долины р. Рыбницы, 3 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л., (ОНИИ). Новый вид для флоры Корсаковского р-на.

***C. apiculata* Ledeb. – Василек шипиконосный.**

1) Ливенский р-н, 5 км юго-восточнее с. Навесное, 52°15' с.ш., 38°02' в.д., левый берег р. Олым, урочище Кузилинка, склон юго-восточной экспозиции, 27 VI 2012, Киселева Л.Л., Фандеева О.И., опр. Н.И. Золотухин (ОНИИ); там же, левый берег р. Олым, ур. Кузилинка, известняковый рухляк внизу обрыва, сол., 22 IX 1999, Н.И. Золотухин (ЦЧЗ). Кроме того, в этом районе собирался ранее: 2) лев. берег р. Олым, ниже фермы д. Николаевка, овраг среди известковых склонов, 21 VII 1999, Н.И. Золотухин (ЦЧЗ); 3) окр. ур. Кузилинка, лог Богатое, 250 м от устья, степной склон юго-западной экспозиции, на известняках, 22 IX 1999, Н.И. Золотухин (ЦЧЗ); там же, лог Богатое, 500 м от устья, степной склон южной экспозиции, 28 VI 1999, Н.И. Золотухин, Т.Д. Филатова (ЦЧЗ); 4) правый берег р. Сосна, у границы с Липецкой обл., напротив с. Шереметьево, степной склон западной экспозиции, на известняках, 23 IX 1999, Н.И. Золотухин (ЦЧЗ); 5) бассейн р. Паниковец, правый приток, между д. д. Дубровка и Апушкино, степной склон юго-западной экспозиции, 16 VI 2000, Н.И. Золотухин (ЦЧЗ); там же, бассейн р. Паниковец, между д. Апушкино и д. Дубровка, ур. Апушкина гора, памятник природы, склон южной экспозиции в верхней части, степь на известняках, 28 VI 2012, Н.И. Золотухин, И.Б. Золотухина (ЦЧЗ); Должанский р-н, левый берег р. Кшень, 0,8 км выше Пожидаева лога, остепненный склон юго-восточной экспозиции на известняках, 23 VI 2011, Н.И. Золотухин (ЦЧЗ). Новый вид для флор Должанского и Ливенского р-нов.

***Filago arvensis* L. – Жабник полевой.** Новодеревеньковский р-н, 1,7 км северо-восточнее с. Моховое, 53°04' с.ш., 37°21' в.д., остепненный склон балки южной экспозиции, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИИ). Новый вид для флоры Новодеревеньковского р-на.

***Jurinea arachnoidea* Vge. – Наголоватка паутинистая.** Орловский р-н, 0,4 км северо-восточнее д. Сретенье, 52°50' с.ш., 36°05' в.д., верхняя сухая часть степного склона долины р. Рыбницы, 3 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л., (ОНИИ).

***Mycelis muralis* (L.) Dumort. – Мицелис стенной.** 1) Троснянский р-н, 1 км западнее д. Ниж. Муханово, 52°29' с.ш., 35°45' в.д., остепненный склон балки южной экспозиции, 5 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Новодеревеньковский р-н, 0,7 км юго-восточнее с. Моховое, 53°02' с.ш., 37°21' в.д., Шатиловский лес, 28 VIII 2013, Киселева Л.Л., Лепешкина Л.А., Соколова И.В. (ОНИИ). Новый вид для флор Новодеревеньковского и Троснянского р-нов.

***Scorzonera purpurea* L. – Козелец пурпурный.** 1)

Корсаковский р-н, северо-западная часть п. Корсаково, 53°16' с.ш., 37°20' в.д., склон южной экспозиции правого берега р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь, 4 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 2) Новосильский р-н, 0,5 км севернее д. Одинок, 53°04' с.ш., 36°53' в.д., правый берег р. Зуша, остепненный склон юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ); 3) Орловский р-н, 0,4 км северо-восточнее д. Сретенье, 52°50' с.ш., 36°05' в.д., верхняя сухая часть степного склона долины р. Рыбницы, 3 VI 2013, Щербаков А.В., Киселева Л.Л., (ОНИИ).

Scorzonera stricta Hornem. — **К. торчащий.**
Новосильский р-н, 0,5 км сев. д. Одинок, 53°04' с.ш.,

36°53' в.д., прав. берег р. Зуша, разнотравно-ковыльная степь в средней части склона юго-западной экспозиции, 9 VI 2013, Киселева Л.Л., Щербаков А.В. (ОНИИ).

Таким образом, в результате исследований флоры Орловской обл. в 2013 г. были получены следующие данные: 1 новый вид для флоры региона (*Chaerophyllum temulum*). Кроме того, для семи административных районов отмечены новые виды: 13 – для Новодеревеньковского, 8 – для Корсаковского, 7 – для Новосильского, 2 – для Троснянского, по 1 – для Краснотарнопольского, Орловского и Сосновского. Местонахождения этих видов занесены в тематический слой геоинформационной системы MapInfo [4,7] «Редкие и охраняемые растения Орловской области».

Библиографический список

1. Майоров С.Р., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В. М. Адвентивная флора Москвы и Московской области: Т-во науч. изданий КМК, 2012. 412 + 120 (цв.) с.
2. Анненков Н.И. Поездка в село Моховое, заведомое г. Майером (Тульск. губ., Новосил. у.) // Журн. сел. хоз-ва и овцеводства. 1850. № 10. С. 3-80.
3. 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.
4. Киселева Л.Л. ГИС-анализ раритетной фракции флоры Орловской области // Проблемы региональной экологии. 2012. № 5. С. 139-143.
5. 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.
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд., испр. и доп. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. 600 с.
7. 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.

References

1. Mayorov S.R., Bochkina V.D., Nasimowicz Yu.A., Scherbakov A.V. Adventive flora of Moscow and Moscow region / Moscow: Association of scientific publications KMK. 2012. 412 + 120 p.
2. Annenkov N.I. The trip to the village Mokhovoe, headed by Mayer (the Tula province Novosilsky County) // Journal of Agriculture and sheep. 1850. № 10. Pp. 3-80.
3. 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.
4. Kiseleva L.L. GIS-analysis of the rarity fraction of flora of Orel Region // Problems of regional ecology. 2012. № 5. Pp. 139-143.
5. 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.
6. Mayevsky P.F. Flora of the middle belt of the European part of Russia / P.F. Mayewski. 10th ed., Rev. and add. Moscow: Association of scientific publications KMK. 2006. 600 p.
7. Prigoryanu O.M., Kiseleva L.L. The structure and content of a geographic information system "Natural resources of Orel region" // Scientific Notes of Orel State University. A series of "Natural, technical and medical sciences". Orel, 2010. № 2. Pp. 127-133.

УДК 504.75.05

UDC 504.75.05

Г.Г. ЛАДНОВА

доктор биологических наук, профессор, кафедра экологии и общей биологии, Орловский государственный университет

E-mail: gladnova@yandex.ru

В.В. СИЛЮТИНА

ассистент, кафедра экологии и общей биологии, Орловский государственный университет

E-mail: vsilyutina@yandex.ru

М.Н. ГЛАДСКИХ

доцент, кафедра конституционного и административного права, Орловский государственный университет

E-mail: gladskikh2002@mail.ru

G.G. LADNOVA

Doctor of biological sciences professor, department of ecology and general biology, Orel state university

E-mail: gladnova@yandex.ru

V.V. SILYUTINA

assistant, department of ecology and general biology, Orel state university

E-mail: vsilyutina@yandex.ru

M.N. GLADSKIKH

associate professor department of constitutional and administrative law, Orel state university

E-mail: gladskikh2002@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЗДОРОВЬЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЯ СТЕПЕНИ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

THE USE OF NONINVASIVE METHODS OF INVESTIGATING THE POPULATION HEALTH AS AN INDICATOR OF THE LEVEL OF GENOTOXICITY ENVIRONMENT

Проведено исследование по выявлению цитогенетических нарушений в соматических клетках буккального эпителия у детей 11-13 лет, проживающих в районах с различной степенью химического загрязнения атмосферного воздуха. Установлены генетические нарушения в клетках буккального эпителия в виде увеличения числа эпителиоцитов с микроядрами у детей, проживающих на территориях с более высоким содержанием токсикантов в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: *неинвазивные методы, дети, буккальный эпителий, микроядерный тест, загрязнение атмосферного воздуха.*

The research on revealing the cytogenetic damage in somatic cells of buccal epithelium in children 11-13 years living in areas with varying degrees of chemical air pollution was conducted. The genetic abnormalities in buccal cells in the form of increasing the number of epithelial cells with micronuclei in children living in areas with higher levels of toxicants in the air were established.

Keywords: *noninvasive methods, children, buccal epithelium, micronucleus test, air pollution.*

В настоящее время негативные тенденции в изменении показателей здоровья населения России и состояния окружающей среды относят научную проблему «окружающая среда – здоровье человека» к ряду приоритетных задач государственной политики. Выполнение поставленных задач требует внедрения методологии оценки риска и разработки на ее основе управленческих решений по оптимизации окружающей среды и состояния популяционного здоровья.

Исследования многих ученых указывают на то, что практически все широко распространенные заболевания, включая почти 90% злокачественных опухолей, в той или иной мере связаны с неблагоприятными внешними факторами [3,4,8,10,11].

Однако часто в мультифакторных исследованиях игнорируется воздействие окружающей среды, хотя различные токсины, действуя на организм, могут провоцировать начало многих заболеваний. Доказательством важности средовой компоненты является быстрое увеличение в последние годы частоты многих заболеваний в популяциях, которое нельзя объяснить изменением генетической составляющей за короткий промежуток времени с эволюционной точки зрения [6,8].

Универсального метода для обнаружения воздействия токсинов на организм не существует. В этой связи используют ряд методов, позволяющих регистрировать

индукцию токсичными веществами различных категорий мутаций. В настоящее время существует более 100 методов выявления и оценки мутагенности. При этом в качестве индикатора используют микроорганизмы, клетки млекопитающих и человека *in vitro*, растения, животных. Разрабатываются методы молекулярной дозиметрии мутагенов с клеточными макромолекулами, для чего применяют различные биохимические, иммунохимические методы и моноклональные антитела и другие методики [1].

Существующая концепция генетического мониторинга здоровья населения предполагает использование эпидемиологического, цитогенетического, клинико-генеалогического и других методов, позволяющих выявлять связи между динамикой изменения качества окружающей среды и частотами генетических событий.

Однако тестирование большого количества химических соединений, поступающих в окружающую среду, невозможно проводить одновременно несколькими методами. К тому же изучение мутагенности на млекопитающих требует больших усилий, затрат и времени.

В связи с этим в последнее время активно развиваются исследования по оценке уровня генетических повреждений клеток разных органов человека, особое внимание уделяется разработке и внедрению неинвазивных методов исследования. Наиболее рас-

пространенными являются цитогенетические методы. Преимуществом данных методов является и то, что они выполняются сравнительно быстро и со сравнительно скромными затратами.

Одним из наиболее доступных цитогенетических методов является микроядерный тест. Этот метод анализа генотоксичности факторов различных агентов основан на учете микроядер в интерфазных клетках [12]. Изначально он был разработан для эритроидных клеток костного мозга, а позднее тест стал применяться для учета микроядер в ранних сперматидях, печени плода при изучении трансплацентарной активности химических соединений, в клетках слизистой рта, лимфоцитах человека, в клетках печени и толстом кишечнике животных. К настоящему времени учет микроядер стал возможен в большинстве популяций делящихся клеток.

Микроядерный тест является достаточно новым, но уже общепринятым цитогенетическим методом оценки мутагенного действия агентов различной природы, который в силу своей простоты и возможности быстрого анализа стал методом скрининга химических соединений на цитогенетическую активность [2, 6, 9].

Исследования по микроядерному тесту в России интенсивно развивались Н.Н. Беляевой, Ю.А. Ревазовой, В.С. Журковым, Л.П. Сычевой и другими. Лаборатория ФГБУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды» одна из первых в стране ввела в практику токсикологических исследований микроядерный тест на клетках костного мозга млекопитающих [7,9].

С помощью этого метода осуществлено тестирование на мутагенную активность большого числа химических, физических и биологических агентов. Показано, что микроядерный тест по чувствительности не уступает тесту по изучению хромосомных aberrаций в клетках костного мозга животных, при этом являясь одновременно гораздо менее трудоемким. Выявленная корреляция между результатами микроядерного теста и частотой хромосомных aberrаций позволяет считать микроядерный тест хорошим индикатором воздействия различных химических агентов [2,6,9].

Состояние эпителиоцитов слизистых оболочек носа и ротовой полости, по мнению ряда авторов, является высокоинформативным показателем, динамически отражающим реакцию организма на воздействие разнообразных токсикантов, в том числе обладающих мутагенной активностью. Это объясняется тем, что слизистые оболочки носа и рта, относящиеся к тканевым барьерам, имеющие генетически детерминированные клеточные механизмы защиты от генотоксического воздействия, являются первой мишенью действия факторов окружающей среды на организм человека.

В связи с вышеизложенным целью работы явилось изучение состояния клеток слизистой оболочки полости рта у детей 11-13 лет, проживающих в районах с разной антропогенной загрязненностью атмосферного воздуха. Для формирования групп были взяты дети, постоянно проживающие в районах школьного обучения не менее 5 лет, ведущие здоровый образ жизни (не курящие, занимающиеся спортом) и не имеющие

хронических заболеваний. Проведено цитогенетическое обследование 108 детей (57 девочек, 51 мальчик). Материалами исследования являлись клетки слизистых оболочек полости рта – буккальные эпителиоциты. От каждого обследованного было проанализировано не менее 1000 нормальных эпителиоцитов.

Подготовку мазков буккального эпителия готовили и анализировали в соответствии с методическими рекомендациями «Оценка цитологического и цитогенетического статуса слизистых оболочек полости носа и рта у человека» [7]. Мазки фиксировали этанолом и уксусной кислотой в соотношении 3:1, затем препараты помещали на 1 час в 2,5% раствор ацетоорсеина при 37° С для окраски хроматина, затем докрашивали цитоплазму 1% раствором светлого зеленого при комнатной температуре в течение 3 минут. На препаратах учитывали отношение микроядер к общему числу ядросодержащих клеток (%).

Для анализа отбирали отдельно лежащие клетки с гладким непрерывным краем ядра. Микроядра определяли как хроматиновое тело округлой или овальной формы с гладким непрерывным краем, размером не более 1/3 ядра, лежащее четко от ядра, не преломляющее свет, имеющее интенсивность окрашивания и рисунок хроматина как у основного ядра и находящееся в одной плоскости с ядром.

Ранее нами было показано, что районы города имеют свою специфику загрязнения воздушного бассейна, связанную с характером размещенных в них производств [5]. Было показано, что 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.

Основной вклад в химическое загрязнение атмосферного воздуха по валовому выбросу принадлежит ТЭЦ, в среднем 32,8% от общего промышленного выброса. ТЭЦ является самым крупным источником загрязнения в городе и, прежде всего, оказывающим свое неблагоприятное влияние на жителей Железнодорожного и Советского районов. По данным лабораторного контроля, число проб, в которых установлено содержание диоксида серы в концентрациях, превышающих ПДК, составило 20-38%, оксида углерода – 6-17%, диоксида азота – 16%. На втором месте по валовым выбросам находится ЗАО «Велор», вклад которого в загрязнение атмосферы города, прежде всего Заводского района, в среднем за год составляет 15,8%, из которого 8,5% приходится на долю диоксида серы, 52% – оксида углерода, 2,1% – неорганическую пыль. Еще одним стационарным источником загрязнения в городе является Орловский сталепрокатный завод, находящийся в Северном районе, который входит в международную группу предприятий «Северсталь – метиз» по производству металлических изделий (метизов). В выбросах этого предприятия в атмосферу содержится диоксид азота (38,4%), летучие органические соединения (9,5%), фенол (8,2%), стирол (5,7%), ацетон (9,2%), формальдегид (5,2%), углеводороды (8,8%) и другие химические вещества.

Результаты исследования буккального эпителия у детей, проживающих в районах с разной степенью антропогенного загрязнения атмосферного воздуха, представлены в таблице.

Как видно из таблицы, максимальное число клеток с микроядрами отмечается у детей, проживающих в 3-х наиболее загрязненных районах (Железнодорожный, Советский, Северный), и составило в среднем $2,78 \pm 0,36$, $2,39 \pm 0,39$ и $2,32 \pm 0,27$ соответственно. Наименьшее число клеток с микроядрами обнаружено у детей, проживающих в Заводском районе $0,71 \pm 0,17$.

Различия по частоте встречаемости клеток с микроядрами в буккальном эпителии детей между районами достоверны ($p < 0,01$), причем, эти различия отмечаются и при сравнении районов по встречаемости эпителиоцитов с микроядрами как у девочек, так и у мальчиков.

Однако, не выявлено достоверных различий в частоте встречаемости клеток с микроядрами в буккальном эпителии у детей разного пола. Так, частота клеток с микроядрами в среднем у девочек составила $2,25 \pm 0,23\%$, у мальчиков – $2,12 \pm 0,28\%$.

Таким образом, проведенные исследования показали,

что в буккальном эпителии детей, проживающих в районах с большей антропогенной загрязненностью атмосферного воздуха, достоверно чаще встречаются клетки с микроядрами, что может говорить не только о генетической нестабильности организмов, но и о степени генотоксичности окружающей среды и, в частности, атмосферного воздуха. Кроме этого, выявление связи генетического ответа на воздействие факторов окружающей среды открывает возможности для профилактики экологозависимых заболеваний, делая возможной более раннюю диагностику экологически обусловленных болезней, а также вероятностный прогноз распознавания и коррекции профессиональных заболеваний, формирование групп повышенного риска в экологически неблагополучных районах.

Поэтому целесообразно дальнейшее динамическое проведение цитогенетического обследования населения в регионах с целью своевременного выявления ухудшения экологической ситуации и проведения превентивных оздоровительных мероприятий, способствующих повышению качества жизни и сохранению здоровья населения.

Таблица.

Частота встречаемости клеток с микроядрами у детей, проживающих в районах с разной степенью антропогенного загрязнения атмосферного воздуха, %, $M \pm m$

Район исследований	Девочки		Мальчики		Общее количество обследуемых	
	n	Число клеток с микроядрами	n	Число клеток с микроядрами	n	Число клеток с микроядрами
Железнодорожный	13	$2,82 \pm 0,28^*$	11	$2,76 \pm 0,41^*$	24	$2,78 \pm 0,36^*$
Советский	15	$2,54 \pm 0,33^*$	15	$2,42 \pm 0,42^*$	30	$2,39 \pm 0,39^*$
Северный	14	$2,38 \pm 0,32^*$	12	$2,24 \pm 0,28^*$	26	$2,32 \pm 0,27^*$
Заводской	15	$0,75 \pm 0,15$	13	$0,62 \pm 0,19$	28	$0,71 \pm 0,17$

*Различия с Заводским районом достоверны при $p < 0,01$.

Библиографический список

1. Беляева Е.Н., Фокин М.В., Новиков С.М., Прусаков В.М., Шашина Т.А., Шияхметов С.Ф. Актуальные проблемы совершенствования оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия // Гигиена и санитария. Изд. «Медицина». 2013. №5. С.53 – 55.
2. Волкова А.Т., Викторова Т.В. Сравнительный анализ цитогенетической нестабильности клеток буккального эпителия у городских и сельских жителей республики Башкортостан // Гигиена и санитария. Изд. «Медицина». 2011. №5. С.40 – 42.
3. Злодеева Е.А., Скачкова М.А., Лившиц Н.М., Смолягин А.И. Особенности иммунопатологии у детей и подростков, проживающих в регионах с различной антропогенной нагрузкой // Гигиена и санитария. Изд. «Медицина». 2013. №4. С.47 – 49.
4. Ладнова Г.Г., Гладских М.Н., Тюрикова Ю.Б., Курочкицкая М.Г. Экологические показатели окружающей среды и здоровья населения в региональном аспекте // Проблемы региональной экологии. 2009. – Издательский Дом «Камертон». №3. С.187 – 190.
5. Ладнова Г.Г., Курочкицкая М.Г., Силутина В.В., Грядунцова Е.И. Эколого-гигиенические исследования районов города с разной антропогенной нагрузкой (на примере г.Орла). – Ученые записки Орловского государственного университета. Орел: РИО «ОГУ». 2013. №6 (56). С.111 – 115.
6. Маймулов В.Г., Ромашов А.Г., Чернякина Г.С., Якубова И.Ш., Суворова А.В., Блинова Л.Г., Иванова В.Ф., Катаева Л.В. Выявление цитогенетических нарушений в эпителиоцитах слизистой оболочки полости рта у детей и подростков, проживающих в районах с различной степенью химического загрязнения окружающей среды // Гигиена и санитария. Изд. «Медицина». 2011. №5. С.36 – 39.
7. Оценка цитологического и цитогенетического статуса слизистых оболочек полости носа и рта у человека: Метод. рекомендации / Беляева Н. Н., Сычева Л. П., Журков В. С. и др. М., 2005. 37с.
8. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом состоянии окружающей среды // Гигиена и санитария. Изд. «Медицина». 2013. №2. С.4 – 10.
9. Рахманин Ю.А. Полиорганный микроядерный тест в эколого-гигиенических исследованиях. Изд. «Гениус», М., 2007. 313с.
10. Рахманин Ю.В., Губернский Ю.Д., Зыкова Е.И., Красовский Г.Н., Новиков С.М., Пинигин М.А., Русаков Н.В. Санитарно-эпидемиологическое состояние различных объектов окружающей среды в Российской Федерации и экологически обусловленные угрозы здоровью россиян / Материалы научно – практических конгрессов VI Всероссийского форума «Здоровье нации – основа процветания России» / Т.1. М., 2008. С.13-16.
11. Burney P. Air pollution and asthma: the dog that doesn't always bark. Journal: Lancet - Vol.353. 1999. pp.859 – 860
12. Sun B.; Heddle J. A The relationship between mutant frequency and time in vivo: simple predictions for any tissue, cell type. or mutagen. Mutation research. 1999. Vol.425 Issue:2. pp. 179 - 183

References

1. Belyaeva E.N., Fokin M.V., Novikov S.M., Prusakov V.M., Shashina T.A., Shiyahmetov S.F. Urgent problems of improving health risk assessed to ensure sanitary and epidemiological welfare // Hygiene and sanitation. - Publisher "Medicine". 2013. № 5. Pp.53 – 55.
2. Volkova A.T., Viktorova T.V. Comparative analysis of cytogenetic instability buccal epithelium cells in both urban and rural residents of the Republic of Bashkortostan // Hygiene and Sanitation. - Publisher "Medicine". 2011. №5. Pp.40 – 42.
3. Zlodeeva E.A., Skachkova M.A., Livshits, N.M., Smolyagin A.I. Characteristics of immune pathology in children and adolescents living in regions with different anthropogenic load // Hygiene and Sanitation. Publisher "Medicine". 2013. № 4. Pp.47 – 49.
4. Ladnova G.G., Gladskikh M.N., Turikova U.B., Kurochitskaya M.G. Environmental indicators of the environment and public health in the regional aspect. // Problems of regional ecology. 2009. Publishing House "Kamerton" № 3. Pp. 187 - 190.
5. Ladnova G.G., Kurochitskaya M.G., Silyutina V.V., Gryadunova E.I. Ecological and hygienic research areas of the city with different anthropogenic load (for example, Orel). – Scientific notes of Orel State University. Orel : RIO "OGU". 2013. № 6 (56). Pp.111 - 115.
6. Maymulov V.G., Romashov A.G., Chernyakina G.S., Yakubova I.CH., Suvorova A.V., Blinova L.G., Ivanova V.F., Kataeva L.V. Identification of cytogenetic damage in the epithelial cells of the mucous membrane of the mouth rug in children and adolescents living in areas with varying degrees of chemical pollution // Hygiene and sanitation. - Publisher "Medicine". 2011. № 5. Pp. 36 – 39.
7. Guidelines. Cytological and cytogenetic assessment of the status of the mucous membranes of the nose and mouth in humans: method. recommendations / Belyaeva N.N., Sycheva L.P., Zhurkov V.S. etc. M., 2005.-37p.
8. Onishchenko G.G. On Sanitary - epidemiological state of the environment // Hygiene and Sanitation. - Publisher "Medicine". 2013. № 2. Pp.4 – 10.
9. Rahmanin Yu.A. Multiorgan micronucleus test in ecological and hygienic studies. - Publishing "Genius" M., 2007. 313p.
10. Rahmanin Yu.V., Gubernskiy Yu.D., Zyкова E.I., Krasovskiy G.N., Novikov S.M., Pinigin M.A., Rusakov N.V. Sanitary-epidemiological status of the various objects of the environment in the Russian Federation and environmentally caused health hazards Russians / Materials scientific - practical conference VI All-Russian Forum "Health of the Nation - the basis of the prosperity of Russia /V.I. Moscow, 2008. Pp.13 -16.
11. Burney P. Air pollution and asthma: the dog that doesn't always bark.- Journal: Lancet /-Vol.353. 1999. Pp.859 – 860.
12. Sun B.; Heddle J. A The relationship between mutant frequency and time in vivo: simple predictions for any tissue, cell type. or mutagen. Mutation research. 1999. Vol.425 Issue: 2. Pp. 179 - 183.

УДК 581.1: 581.19:58.02

UDC 581.1: 581.19:58.02

П.С. ПРУДНИКОВ

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория физиологии устойчивости плодовых растений, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
E-mail: prudnicov@inbox.ru

А.А. ПОПКОВА

аспирант, младший научный сотрудник, отдел косточковых культур, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
E-mail: kostochkaabrikosa@mail.ru

Л.В. ГОЛЫШКИНА

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория биохимической генетики, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
E-mail: lvgolyshkina@mail.ru

Е.Н. ДЖИГАДЛО

доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом косточковых культур, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
E-mail: kostochkaabrikosa@mail.ru

P.S. PRUDNIKOV

Candidate of Biological Sciences, Senior researcher Physiology Laboratory of the sustainability of fruit plants, State Research Institute of selection of fruit crops
E-mail: prudnicov@inbox.ru

A.A. POPKOVA

graduate student, Junior researcher, Department of stone fruit, State Research Institute of selection of fruit crops
E-mail: kostochkaabrikosa@mail.ru

L.V. GOLYSHKINA

Candidate of Biological Sciences, Senior researcher, Laboratory of Biochemical Genetics, State Research Institute of selection of fruit crops
E-mail: lvgolyshkina@mail.ru

E.N. DZHIGADLO

Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of stone fruit, State Research Institute of selection of fruit crops
E-mail: kostochkaabrikosa@mail.ru

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СЛИВЫ И АБРИКОСА
К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ**

**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASSESSMENT OF PLUM AND APRICOT
RESISTANCE TO STRESS ENVIRONMENTAL FACTORS**

В статье рассматривается физиолого-биохимическая оценка устойчивости сливы и абрикоса к гипертермии и засухе на основе перекисного окисления липидов и активности антиоксидантной системы защиты. При моделировании факторов стресса показано существенное увеличение содержания в листьях малонового диальдегида и супероксиддисмутазы у восприимчивых к стрессу сортов косточковых культур.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов, супероксиддисмутаза, пероксидаза, слива, абрикос.

The article discusses the physiological and biochemical assessment of plum and apricot resistance to hyperthermia and drought on the basis of lipid peroxidation and antioxidant defense activity. Modeling of factor stress shows the significant increase of malondialdehyd and superoxide dismutase content in the leaves perceptive to stress varieties of stone fruits.

Keywords: lipid peroxidation, superoxide dismutase, peroxidase, plum, apricot.

В условиях интенсивного растениеводства наблюдается неблагоприятная тенденция к снижению устойчивости сортов к погодным изменениям. Создание условий для реализации максимальной продуктивности при выращивании монокультур, выравнивание популяций по фено- и генотипу в результате селекционной работы ослабляют защитные системы культурных растений, что снижает их устойчивость к стрессовым факторам [12]. В связи с этим в настоящее время особое внимание уделяется выведению высокоустойчивых сортов к погодным изменениям. Работы ведутся по созданию растений с признаками, обеспечивающими устойчивость к абиотическим факторам (засуха, засоленность, окислительный стресс, гипо- и гипертермия). Поэтому для селекции важно знание комплекса физиолого-биохимических признаков, определяющих устойчивость растений, а также их способности к адаптации [4].

Как известно, реакция растения на изменившиеся условия среды является комплексной, включающей

изменения биохимических и физиологических процессов, и в основном эти изменения, как правило, носят неспецифический характер [10]. К примеру, важной особенностью реакции всех видов растений на стресс-факторы является изменение напряженности энергетического обмена; возрастание активности гидролитических процессов и накопление различных протекторных соединений (белки теплового и холодового шока, пролин); изменение соотношения фитогормонов в сторону увеличения веществ, тормозящих функциональную активность физиологических процессов [13].

Наряду с этим, к одной из важных неспецифических реакций на неблагоприятные воздействия следует отнести и изменение свойств мембран, что связано с перестройками в их структуре [1]. Это в значительной мере касается липидов. Наблюдаются сдвиги в соотношении различных групп жирных кислот, изменяется степень их ненасыщенности, возрастает уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) [7]. Как правило, напря-

женность перекисного окисления липидов зависит от уровня образования и способности организма к нейтрализации активных форм кислорода. Об активности ПОЛ большинство авторов судят по накоплению конечного продукта липопероксидации – малонового диальдегида (МДА) [6]. За инактивацию активных форм кислорода, а следовательно, и снижение интенсивности ПОЛ отвечает антиоксидантная система защиты (супероксиддисмутаза – СОД, пероксидаза, каталаза и др.) [14].

Согласно Г.В. Удовенко [10] растения, различающиеся по устойчивости на стрессовые воздействия, реагируют однотипно, но отличаются по скорости физиологических и структурных перестроек. Так, для растений, устойчивых к действию стрессоров, показана большая стабильность клеточных мембран по сравнению с неустойчивыми. На таких растениях, как рдест, сосна обыкновенная, фунария в условиях техногенного загрязнения показано значительное увеличение процессов липопероксидации [11, 16]. При действии на растения гороха высокой температуры [5] также установлено значительное увеличение в изолированных хлоропластах и митохондриях содержания основных компонентов ПОЛ (диеновых конъюгатов, гидроперексидов, малонового диальдегида).

Таким образом, независимо от вида растений в условиях действия различных стрессоров наблюдается развитие перекисного окисления мембранных липидов (ПОЛ), что нарушает целостность клеток и снижение их функциональности, вплоть до гибели.

В связи с многолетним жизненным циклом для косточковых культур актуальны все типы стрессовых воздействий. К наиболее частым неблагоприятным факторам среды следует отнести засуху, гипо- и гипертермию.

Таким образом, определения уровня интенсивности перекисного окисления липидов, активности антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, пероксидаза) могут являться звеньями оценки физиолого-биохимических признаков устойчивости косточковых культур к неблагоприятным факторам среды.

В связи с этим цель исследований состояла в проведении оценки сортов сливы и абрикоса на устойчивость к абиотическим факторам среды на основе активности антиоксидантных ферментов и интенсивности ПОЛ.

Объекты исследований – листья растений абрикоса сорта Кунач и гибрид № 2 из Красноярска, сливы – Красивая веча, Орловская мечта.

Варианты опыта включали в себя: 1. Контроль – изолированные листья растений в емкости с водой при нормальных условиях. 2. Гипертермия – листья растений в емкости с водой в условиях действия высокой температуры 50°C. 3. Засуха – листья растений в емкости с 50% раствором сахарозы без воздействия высокой температуры. 4. Горячая засуха – листья растений в емкости с 50% раствором сахарозы в условиях действия высокой температуры. Время экспозиции 1,5 ч.

Анализ продуктов перекисного окисления липидов: малонового диальдегида оценивали по реакции взаимо-

действия с тиобарбитуровой кислотой [9], гидроперексидов – с помощью тиоцианата аммония [8]. Активность пероксидазы определяли методом Бояркина с использованием бензидина [3], супероксиддисмутазы – на основе нитросинего тетразолия [2].

В результате проведенных анализов по содержанию конечного продукта перекисного окисления липидов показано, что содержание малонового диальдегида в большей степени возрастает у наиболее восприимчивого к действию стресс-фактора сорта. Так, у гибридной формы абрикоса №2 из Красноярска количество МДА при действии засухи, высокой температуры и совместном влиянии гипертермии и засухи возросло на 22, 37 и 50% против 9%, 28 и 41% у сорта Кунач соответственно (рис. 1).

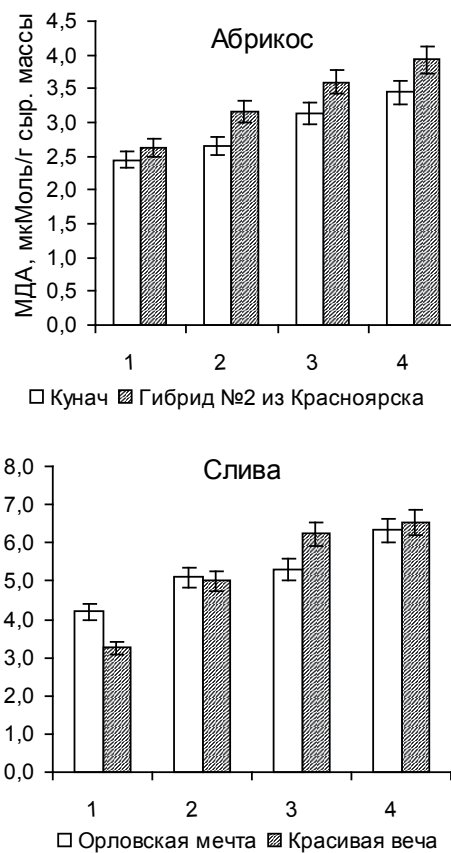


Рис. 1. Содержание малонового диальдегида в листьях абрикоса и сливы.

1 – контроль, 2 – засуха, 3 – гипертермия, 4 – гипертермия + засуха.

Аналогичное увеличение количества малонового диальдегида получено и у неустойчивого к стрессовым воздействиям сорта сливы Красивая веча. При действии засухи, высокой температуры и совместном влиянии гипертермии и засухи у данного сорта уровень МДА возрос в 1,5, 1,9 и 2 раза, против 1,2, 1,3 и 1,5 раза по сравнению с сортом Орловская мечта (рис. 1). В связи с этим более устойчивым к моделированным стрессам оказался сорт сливы – Орловская мечта и абрикоса – Кунач. При этом следует отметить, что наибольшие повреждения клеточных мембран отмечены у сортов обоих культур при совместном действии гипертермии и засухи.

С целью подтверждения полученных результатов

об устойчивости анализируемых сортов на основе структурно-функционального нарушения клеточных мембран были проведены анализы по определению компонентов антиоксидантной системы защиты.

В результате было показано, что в отличие от толерантных сортов: Кунач и Орловская мечта у восприимчивых, под воздействием стрессов отмечено большее повышение активности супероксиддисмутазы (СОД) (табл. 1.). Так под влиянием факторов стресса у восприимчивых сортов Гибрид №2 из Красноярска и Красивая веча увеличение активности СОД по сравнению с контролями составило 6...52% и 37...84% соответственно. У толерантных сортов Кунач и Орловская мечта активность фермента повысилась в пределах 14...39% и 6,4...27% против их контрольных вариантов. Интенсификация работы СОД, как известно, связана с увеличением образования под воздействием факторов стресса, активных форм кислорода и, в частности, супероксидрадикала (O_2^-). Как правило, СОД нейтрализует супероксидрадикал, который образуется в результате вызванных стрессом нарушений в фотосистеме I в хлоропластах и на комплексах дыхательной цепи в митохондриях [15]. При взаимодействии СОД с O_2^- происходит образование перекиси водорода. Таким образом, большее увеличение активности супероксиддисмутазы у восприимчивых сортов, по видимому, способствовало и большему накоплению в клетках перекиси водорода.

Об этом свидетельствует и значительное увеличение содержания одних из основных предшественников малонового диальдегида – гидроперекисей у восприимчивых форм Гибрид №2 из Красноярска и Красивая веча (рис. 2).

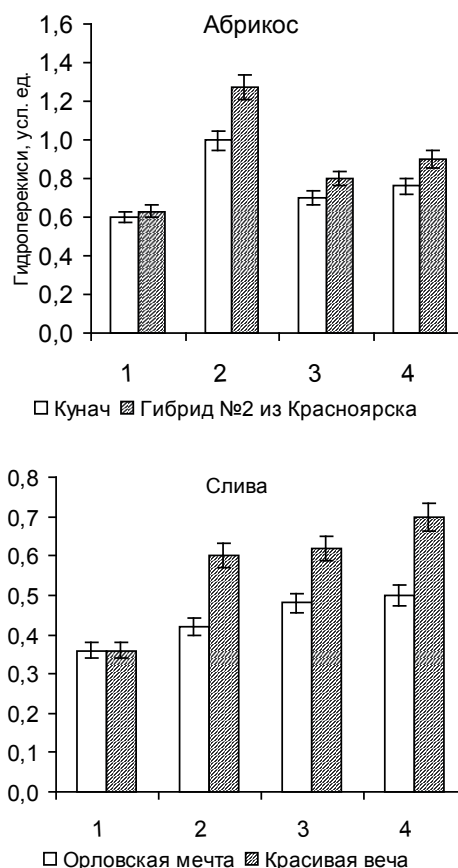


Рис. 2. Содержание гидроперекисей в листьях абрикоса и сливы. 1 – контроль, 2 – засуха, 3 – гипертермия, 4 – гипертермия + засуха.

Определение другого антиоксидантного фермента пероксидазы, также подтвердило наличие устойчивости у сортов Кунач и Орловская мечта (табл. 2).

В условиях действия стрессовых факторов в данных сортах наблюдалось большее повышение актив-

Таблица 1.

Активность супероксиддисмутазы в листьях сливы и абрикоса в зависимости от типа стрессового воздействия

Вариант	СОД, усл.ед.			
	1	2	3	4
Слива				
Орловская мечта	157,0±6,2	195,0±8,1	167,0±6,1	200,0±8,0
Красивая веча	114,0±4,5	169,0±5,9	156,0±4,7	210,0±7,9
Абрикос				
Гибрид №2 из Красноярска	108,0±4,3	140,0±5,6	114,0±4,3	164,0±6,1
Кунач	104,0±3,1	122,0±4,8	119,0±4,7	145,0±4,4

1* – контроль, 2* – засуха, 3* – гипертермия, 4* – гипертермия + засуха.

Таблица 2.

Активность пероксидазы в листьях сливы и абрикоса в зависимости от типа стрессового воздействия

Вариант	Пероксидаза, усл.ед.			
	1	2	3	4
Слива				
Орловская мечта	0,110±0,003	0,210±0,006	0,160±0,005	0,180±0,005
Красивая веча	0,090±0,003	0,160±0,006	0,140±0,005	0,130±0,004
Абрикос				
Гибрид №2 из Красноярска	0,060±0,003	0,080±0,003	0,090±0,004	0,110±0,005
Кунач	0,060±0,002	0,090±0,003	0,110±0,004	0,120±0,030

1* – контроль, 2* – засуха, 3* – гипертермия, 4* – гипертермия + засуха.

ности пероксидазы, что в свою очередь может сильнее снижать уровень перекиси водорода, в том числе и гидроперекисей. Так под воздействием факторов стресса активность фермента, утилизирующего перекись водорода, у сорта Кунач и Орловская мечта относительно контроля увеличилось в 1,5...2,0 и 1,5...1,9 раза, тогда как у восприимчивых: Гибрид №2 из Красноярска и

Красивая веча в 1,3...1,8 и 1,4...1,7 раза.

Таким образом, на основе определения продуктов перекисного окисления липидов и компонентов антиоксидантной системы защиты определено наличие физиолого-биохимической устойчивости к гипертермии, засухе и совместному действию гипертермии и засухи у сорта абрикоса Кунач и сливы Орловская мечта.

Библиографический список

1. Войников В.К., Грабельных О.И., Побежимова Т.П., Корзун А.М. и др. Влияние различных термогенных систем митохондрий на температуру проростков озимой пшеницы во время холодового шока. ДАН 2001. №5. С. 700-702.
2. Гринблат А.И. Способ определения активности фермента. Патент на изобретение 2293969Б. Опубл. Бюл. изобретений, 5 от 20.02.2007. М., 2007.
3. Ермаков А.И. (ред.) Методы биохимических исследований растений. Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1987.
4. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. М.: Дрофа, 2010.
5. Курганова Л.Н. Перекисное окисление липидов – одна из возможных компонент быстрой реакции на стресс. СОЖ 2001. №6. С. 76–78.
6. Лукаткин А.С. О развитии повреждений у растений кукурузы при внезапном и постепенном охлаждении. // Сельскохозяйственная биология 2003; №5. С. 63-68.
7. Осипов А.Н., Азизова О.А., Владимиров Ю.А. Активные формы кислорода и их роль в организме // Успехи биологической химии 1990. №1. С. 25-32.
8. Романова Л.А., Стальная И.Д. Метод определения гидроперекисей липидов с помощью роданистого аммония. В кн.: В.Н. Ореховича (ред.) Современные методы в биохимии. М.: Медицина, 1977. С. 64-66.
9. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты. В кн.: В.Н. Ореховича (ред.) Современные методы в биохимии. М.: Медицина, 1977. С. 66-68.
10. Удовенко Г.В. Механизмы адаптации растений к стрессам. Физиология и биохимия культурных растений 1979; 32. С. 99-107.
11. Ху Ц.Ц., Ши Г.С., Су Ц.С. и др. Воздействие Pb²⁺ на активность антиоксидантных ферментов и ультраструктуру клеток листьев *Potamogeton crispus*. Физиология растений 2007. №3:С. 469-474.
12. Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю. Физиология растений. М.: ВЛАДОС, 2005.
13. Bergmann H., Lippmann B., Leinhos V., Tiroke S., et al. Activation of Stress Resistance in Plants and Consequences for Product Quality. Appl. Bot. 1999; №37. С. 153-161.
14. Dai J., Vandenabeele S., Vranjva E., van Montagu M., et al. Dual Action of the active Oxygen Species during Plant Stress Responses. Cell Mol. Live Sci 2000. №57. С. 779-795.
15. Mittler R. Oxidative Stress, Antioxidants, and Stress Tolerance. Trends Plant Sci. 2002; №7. С. 405-409.
16. Prasad K. V.S.K., Saradhi P. P., Sharmila P. Concerted action of antioxidant enzymes and curtailed growth under zinc toxicity in *Brassica juncea*. Environmen. and Experimen. Botany 1999. №42. С. 1-10.

References

1. Voinikov V.K., Grabelnyh O.I., Pobezhimova T.P., Korzun A.M. et al. Effect of different systems of thermogenic mitochondria on the temperature of winter wheat seedlings during cold shock. DAN 2001. №5. Pp. 700-702.
2. Greenblatt A.I. A method for determining the activity of the enzyme. Patent for an invention 2293969B. Publ. Bull. inventions from 20.02.2007 5. M., 2007.
3. Ermakov A.I. (ed.) Methods of biochemical studies of plants. L. Agropromizdat. Leningrad Branch, 1987.
4. Koshkin E.I. Sustainability of crop physiology. M.; Drofa, 2010.
5. Kurganova L.N. Lipid peroxidation – one of the possible components of a quick response to stress. Coolant 2001. №6. Pp. 76 – 78.
6. Lukatkin A.S. On the development of lesions in maize plants at the sudden and gradual cooling. Agricultural biology 2003. №5. Pp. 63-68.
7. Osipov A.N., Azizov O.A., Vladimirov Yu.A. Reactive oxygen species and their role in the body. Success of biological chemistry 1990. N 1. Pp.25-32.
8. Romanova L.A., Stalnaya I.D. Method for determination of lipid hydroperoxide using ammonium thiocyanate. In the book.: V.N. Orekhovich (eds) Modern methods in biochemistry. M.: Medical, 1977. Pp. 64-66.
9. Stalnaya I.D., Garishvili T.G. Method for determination of malondialdehyde using thiobarbituric acid. In the book.: V.N. Orekhovich (eds) Modern methods in biochemistry. M.: Medical, 1977. Pp. 66-68.
10. Udoenko G.V. Mechanisms of adaptation of plants to stress. Physiology and biochemistry of cultivated plants 1979; 2: 99 - 107.
11. Hu T.S., Shi G.S., Su C.C. et al. Effects of Pb²⁺ on the activity of antioxidant enzymes and ultrastructure of leaf *Potamogeton crispus*. Journal of Plant Physiology 2007. №3. Pp. 469-474.
12. Yakushkina N.I. Bahtenko E.J. Plant Physiol. M.: VLADOS 2005.
13. Bergmann H., Lippmann B., Leinhos V., Tiroke S., et al. Activation of Stress Resistance in Plants and Consequences for Product Quality. Appl. Bot. 1999. №37. Pp. 153-161.
14. Dai J., Vandenabeele S., Vranjva E., van Montagu M., et al. Dual Action of the active Oxygen Species during Plant Stress Responses. Cell Mol. Live Sci 2000. №57. Pp. 779-795.
15. Mittler R. Oxidative Stress, Antioxidants, and Stress Tolerance. Trends Plant Sci. 2002. №7. Pp. 405-409.
16. Prasad K. V.S.K., Saradhi P. P., Sharmila P. Concerted action of antioxidant enzymes and curtailed growth under zinc toxicity in *Brassica juncea*. Environmen. and Experimen. Botany 1999. №42. Pp. 1-10.

УДК 581.1

DC 581.1

Т.И. ПУЗИНА

доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет
E-mail: TIPuzina@gmail.com

И.Ю. МАКЕЕВА

аспирант, кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет
E-mail: Makmus57@yandex.ru

О.С. АЗАРОВА

студентка, факультет естественных наук, Орловский государственный университет

T.I. PUZINA

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Department of Botany, Plant Physiology and Biochemistry, Orel State University
E-mail: TIPuzina@gmail.com

I.Y. MAKEEVA

Graduate student Department of Botany, Plant Physiology and Biochemistry, Orel State University
E-mail: Makmus57@yandex.ru

O.C. AZAROVA

Student, Faculty of Natural Sciences, Orel State University

РОСТОВЫЕ РЕАКЦИИ *SOLANUM TUBEROSUM* НА ДЕЙСТВИЕ КОФЕЙНОЙ КИСЛОТЫ*

GROWTH RESPONSE OF *SOLANUM TUBEROSUM* TO CAFFEINE ACID ACTIVITY

Изучали действие кофейной кислоты в концентрациях 10^{-7} М и 10^{-4} М на рост надземных и подземных органов *Solanum tuberosum*, а также активность ауксинов в листьях. Выявлено отсутствие реакции высоты побега, числа узлов, количества столонов и клубней на действие кофейной кислоты. Показано, что концентрация 10^{-4} М повышает продуктивность растений за счет собственно роста клубней, а не их количества. Отмечено увеличение толщины феллемы (пробки) клубней в вариантах с кофейной кислотой. Стимулирующий эффект кофейной кислоты, по-видимому, является следствием возрастания активности ауксинов в листьях.

Ключевые слова: кофейная кислота, рост побегов, рост клубней, феллема, ауксины, *Solanum tuberosum*.

The effects of caffeine acid in concentrations of 10^{-7} M and 10^{-4} M at growth above and underground organs of *Solanum tuberosum* and activity of auxin in leaves have been studied. The absence of reaction the height of shoot, number of nodes, number of stolons and tubers at effect of caffeine acid was revealed. It was shown that the concentration of 10^{-4} M increases productivity of plants by tubers' growth and not by their quantity. The increase of the thickness of tubers fellemy (cork) in variants with caffeine acid was noted. Stimulating effect of caffeine acid apparently is a consequence of increasing the activity of the auxin in the leaves.

Keywords: caffeine acid, shoot growth, tuber growth, fellema, auxins, *Solanum tuberosum*.

Гидроксикоричные кислоты, являющиеся вторичными метаболитами фенольной природы, широко распространены в растительных организмах. Вместе с тем, их физиолого-биохимическая роль исследована в меньшей степени по сравнению с другими фенольными соединениями. Имеющиеся в литературе сведения в основном получены при использовании препарата «Циркон», действующим веществом которого является смесь гидроксикоричных кислот. Поэтому представлялось необходимым изучить действие кофейной кислоты – представителя гидроксикоричных кислот на ростовые показатели надземных побегов, процесс клубнеобразования и активность ауксинов.

Исследования проводили с растениями картофеля сорта Жуковский ранний, выращенными в почвенной культуре в условиях вегетационного домика на агробиостанции. Через 15 суток после появления всходов часть растений опрыскивали 10^{-7} М раствором кофейной кислоты, другие – 10^{-4} М раствором. Контрольные растения обрабатывали водой.

Толщину феллемы (пробки) измеряли на прижизненных поперечных срезах в средней части клубней с помощью окулярного микрометра МОВ-1-15^х на микроскопе Биолам («ЛЮМО», Россия). Фитогормоны ауксины экстрагировали из листьев 7-го яруса сре-

динной формации, предварительно зафиксированных в парах этанола [1]. Активность эндогенных ауксинов определяли методом биотестирования. В качестве биотеста использовались coleoptili пшеницы сорта Московская-39. На рисунках представлены данные из 3-5 биологических и 5-7 аналитических повторностей. Достоверность различий между вариантами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Из данных рис. 1а следует, что через 14 суток после обработки растений как высокой, так и низкой концентрацией кофейной кислоты не наблюдалось разницы в высоте растений по сравнению с контролем.

Возможно, это связано с тем, что кофейная кислота не изменяет число ярусов листьев (рис. 1б). Обогащение растений кофейной кислотой не оказало воздействия и на формирование подземных побегов (рис. 1в). Так, количество столонов в опытных вариантах достоверно не отличалось от контроля. Аналогичные данные получены при использовании препарата Циркон, содержащем смесь гидроксикоричных кислот [4]. Однако, в исследованиях [2], проведенных на растениях гречихи, отмечается стимуляция роста проростков под влиянием Циркона в концентрации 10^{-5} , 10^{-6} г/л. По-видимому, действие гидроксикоричных кислот как видоспецифично, так и зависит от концентрации.

* Исследование выполнено в рамках выполнения государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ. Задание № 2014/369. Проект № 1247

© Т.И. Пузина, И.Ю. Макеева, О.С. Азарова

© T.I. Puzina, I.Y. Makeeva, O.C. Azarova

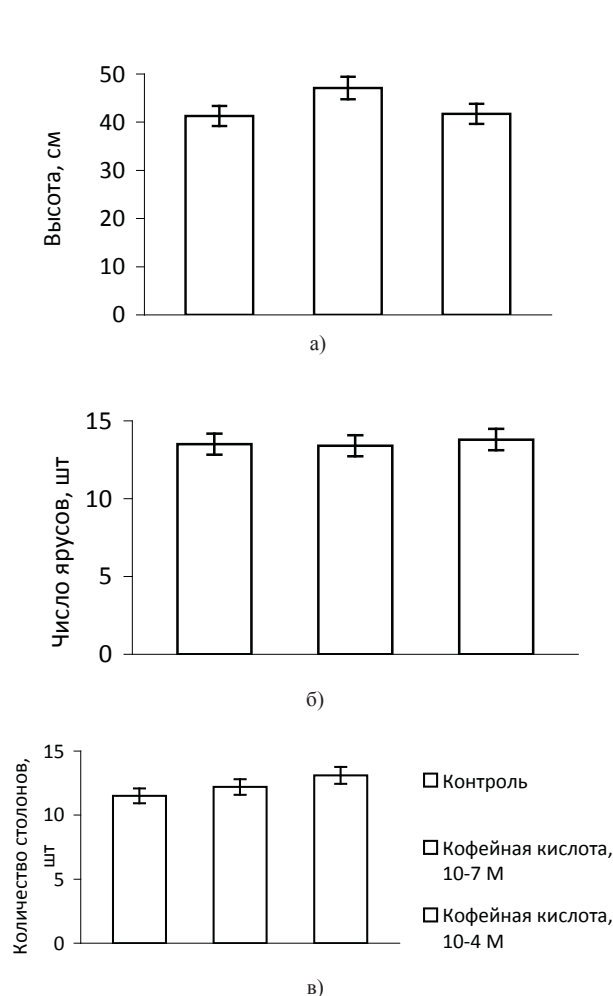


Рис. 1. Влияние кофейной кислоты на рост побегов *Solanum tuberosum* (фаза цветения). а) высота растения, б) число узлов, в) количество столонов.

Кофейная кислота в концентрации 10⁻⁴ М оказала стимулирующий эффект на продуктивность картофеля (рис.2а). Прибавка массы клубней в кусте составила 33%. При этом количество клубней в данном варианте не отличалось от контрольного (рис. 2б). Из этого следует, что кофейная кислота в указанной концентрации стимулировала собственно рост клубня.

Данные литературы [3] свидетельствуют о том, что рост клубня после инициации клубнеобразования во многом определяется содержанием ауксинов. Проведенное определение активности эндогенных ауксинов в листьях картофеля показало, что кофейная кислота в концентрации 10⁻⁴ М на 55% повышала прирост биотеста (рис.3). По-видимому, это сказалось на росте клубней в данном варианте.

В процессе хранения клубней картофеля важное значение имеет толщина вторичной покровной ткани перидермы и, прежде всего, ее составной части – феллемы (пробки), которая защищает от проникновения в клубень патогенов. Как видно из рис. 4, обработка растения кофейной кислотой, вне зависимости от ее концентрации, способствовала увеличению толщины феллемы (от 23% до 45%). Не исключено, что и в данном случае рост клеток феллемы зависел от активности ауксинов.

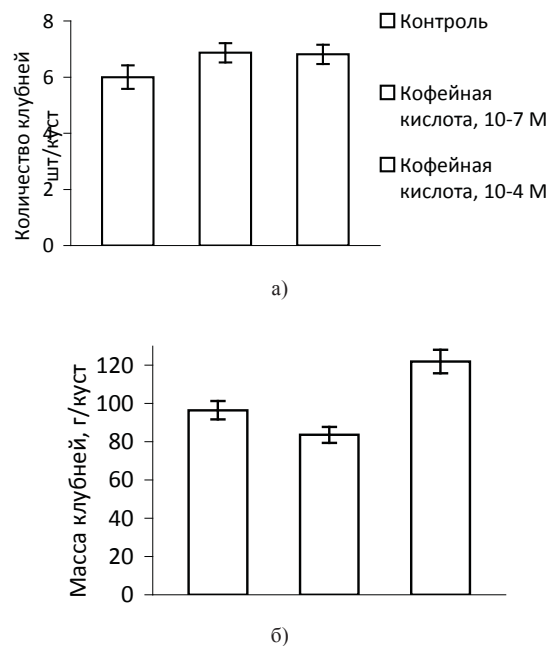


Рис. 2. Продуктивность *Solanum tuberosum* в зависимости от обработки растений кофейной кислотой: а) количество клубней, б) масса клубней.

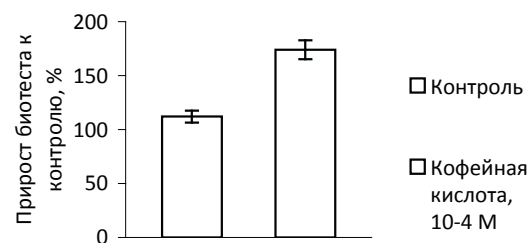


Рис. 3. Влияние кофейной кислоты на активность ауксинов в листьях *Solanum tuberosum*.

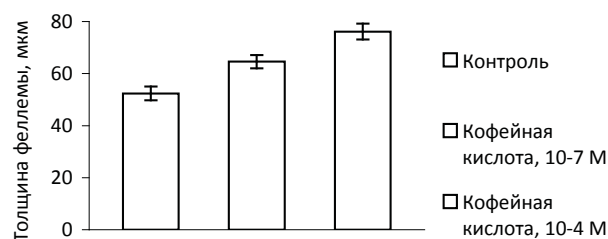


Рис. 4. Влияние кофейной кислоты на толщину феллемы клубней.

Таким образом, приведенные в настоящей работе данные позволяют получить некоторое представление о действии кофейной кислоты на ростовую активность надземных и подземных органов картофеля. Выявлено, что к экзогенной обработке кофейной кислотой, вне зависимости от концентрации, не чувствительна высота побега, число узлов, количество столонов и клубней в кусте. Однако концентрация 10⁻⁴ М достоверно повышает продуктивность растений. Это происходит не за счет количества клубней, а за счет собственно роста каждого клубня. Одновременно увеличивается толщина феллемы. Делается предположение об участии кофейной кислоты в регуляции роста клубней и клеток феллемы через изменение активности ауксинов.

Библиографический список

1. *Веселов С.Ю., Кудоярова Г.Р.* Принципы иммуноанализа применительно к определению фитогормонов // Иммуноферментный анализ регуляторов роста растений: применение в физиологии растений и экологии. Уфа: Институт биологии УО АН СССР. 1990. С. 8-21.
2. *Мишина О.С., Белопухов С.Л., Прусакова Л.Д.* Физиологические основы применения регуляторов роста Циркона и Карвитола для увеличения продуктивности гречихи // Агрохимия. 2010. №1. С.52-78.
3. *Пузина Т.И., Кириллова И.Г., Якушкина Н.И.* Динамика индолилуксусной кислоты в органах картофеля на разных этапах онтогенеза и ее роль в регуляции роста клубня // Известия АН. Серия биологическая. 2000. №2. С. 170-177.
4. *Пузина Т.И., Помазенкова С.С., Серова Н.Е.* Участие оксикоричных кислот в регуляции процесса клубнеобразования у *Solanum tuberosum* // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты. Под ред. Н.В. Загоскиной, Е.Б. Бурлаковой. М.: Научный мир, 2010. С.272-277.

References

1. *Veselov S.Y., Kudoyarova G.R.* The principles of immunological analysis applied to the determination of plant hormones // Immunoassay of plant growth regulators: applications in plant physiology and ecology. Ufa: Institute of Biology UO AN USSR. 1990. Pp. 8-21.
 2. *Mishina O.S., Belopukhov S.L., Prusakov L.D.* Physiological basis for the use of growth regulators of Zircon and Karvitol to increase productivity of buckwheat// Agrochemicals. 2010. № 1. Pp. 52-78.
 3. *Puzina T.I., Kirillova I.G., Yakushkina N.I.* Dynamics of indoleacetic acid in the organs of potatoes at different stages of ontogeny and its role in growth regulation of tuber // Proceedings of the Academy of Sciences. Biology Series 2000. № 2. Pp. 170-177.
 4. *Puzina T.I., Pomazenkova S.S., Serova N.E.* Participation of oxycinnamic acids in the regulation process of tuber from *Solanum tuberosum* // Phenolic compounds: fundamental and applied aspects / Ed. Zagoskina N.V., Burlakova E.B. Scientific World, 2010. Pp.272-277.
-

УДК 577.121:616-006.4

UDC 577.121:616-006.4

А.А. ТАКАНАЕВ

доктор биологических наук, профессор, кафедра общей, биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет

Е.И. ЮШКОВА

доктор биологических наук, профессор, кафедра общей, биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет

E-mail: kin1@orel.ru

М.А. ЯРОВАТАЯ

кандидат биологических наук, доцент, кафедра общей, биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет

E-mail: maya0330@mail.ru

A.A. TAKANAIEV

Doctor of Biological Sciences, Professor of General, Biological, Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy Department, Orel State University

E.I. YUSHKOVA

Doctor of Biological Sciences, Professor of General, Biological, Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy Department, Orel State University, E-mail: kin1@orel.ru,

M.A. YAROVATAYA

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of General, Biological, Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy Department, Orel State University

E-mail: maya0330@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ НИТРОЗАМИНОВ

STUDIES OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF GETEROCYCLIC NITROSAMINES

Исследования последних лет биологической активности алифатических и гетероциклических N-нитрозаминов выявили достаточно высокую полифункциональность этих соединений: мутагенность, канцерогенность, тератогенность и канцеролитичность. С целью изучения этого феномена была исследована биологическая активность некоторых N-нитрозаминов.

Ключевые слова: нитрозоамины, фармакокинетика, фармакодинамика, противоопухолевая активность, биотрансформация.

Recent studies of aliphatic and heterocyclic biological activity of nitrosamines-N have revealed a sufficiently high polifunctioning of such compounds as: mutagenicity, cancerogenicity, teratogenicity and cancerolycity. To study this phenomenon biological activity of some nitrosamines-N was investigated.

Keywords: nitrosamines, pharmacokinetics, pharmacodynamics, antineoplastic activity, biotransformation.

Ранее [1] при исследовании фармакокинетики и фармакодинамики некоторых нитрозаминов было показано, что этапом трансформации гетероциклических N-нитрозаминов *in vivo*, также как и алифатических, является образование гидроксиформ, связанное, видимо, с высокой реакционной способностью α -углеродного атома в гетероциклической системе[5]. В моче интактных животных были обнаружены преимущественно лактамы, моно- и дикарбоновые кислоты и диазоалкан – мощный канцероген и мутаген, в то время как в моче животных – опухоленосителей преобладали оксиформы и лактоны. При этом у интактных животных уровень выделяемого радиоактивного CO_2 был на порядок выше, чем у животных - опухоленосителей, так как биотрансформация N-нитрозаминов в организме опухоленосителей протекает по иному пути. Не исключено, что этим путем образуются высокореакционные метаболиты, способные конкурентно тормозить развитие опухолевого процесса. Для изучения этой интересной бифункциональной особенности N-нитрозаминов нами было проведено исследование противоопухолевой активности некоторых гетероциклических N-нитрозаминов, которое представлено в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, наименьшую активность проявил нитрозопикопин, 2-метил-5-этил-нитрозо-пиперидин и нитрозоабазин. Наиболее активными оказались динитрозо-пиперазин и динитрозо-N-пиперидин. Но здесь, в первую очередь, важен сам факт проявления канцерогенными N-нитрозаминами противоопу-

холевой активности. Полученный результат указывает на различие в реализации биологической активности их в организме интактных и опухолевых животных. Логично предположить, что в силу этого различия образуются метаболиты, близкие по структуре, но отличающиеся биологической активностью. Накопление опухолевой клеткой этих метаболитов может привести к нарушениям ее жизнедеятельности.

Таким образом, исследование биологической активности гетероциклических нитрозаминов показало, что они, наряду с канцерогенными и мутагенными свойствами, в той или иной мере проявляют противоопухолевый эффект. Исследования биотрансформации этих соединений в норме и патологии выявило, что нормальные клетки быстрее освобождаются от введенного нитрозамина и его метаболитов в отличие от опухолевых клеток, в которых происходит депонирование препарата. Существенные различия наблюдаются также в качественном и количественном спектре метаболитов. В интактном организме конечным продуктом метаболизма как циклических, так и алифатических нитрозаминов являются CO_2 и диазоалкан. При этом с CO_2 выделяется до 60 % радиоактивной метки [1], тогда в животных-опухоленосителях выведение метки с выдыхаемым воздухом в виде CO_2 колеблется от 4 до 6 % от введенной дозы. В свете полученных данных имеет смысл изучить в аналогичных исследованиях биотрансформацию алкилаторов «прямого действия» – N-галоидалкиламинов.

Таблица 1.

Противоопухолевая активность некоторых гетероциклических N-нитрозаминов

№	Соединение	ЛД ₅₀	Доза мг/кг	Торможение роста опухолей, %			
				APЭ	S-180	Ia	K.Г.
1	N-нитрозопиперидин	100	10	52	60	-	-
			20	54	58	-	-
			40	74	76	15	-
			60	75	81	10	20
2	N-метил-α-пипеколин	110	10	-	-	-	-
			20	10	12	-	-
			40	23	28	-	-
			60	28	22	-	-
3	N-нитрозо-β-пипеколин	17	1	25	32	-	-
			3	32	40	-	-
			5	28	28	13	-
4	5-этил-N-нитрозо-α-пипеколин	120	20	16	20	-	-
			40	22	27	-	-
			60	20	18	-	-
5	β-пиридил-N-нитрозо-α-пиперидин	80	10	-	-	-	-
			20	12	17	-	-
			40	20	16	-	-
6	γ-пиперидил-N-нитрозо-γ-пиперидин	420	50	26	18	-	-
			100	43	28	15	-
			150	51	37	-	-
7	N-нитрозо-β-пиперидил-N-нитрозо-β-пиперидин	400	50	26	18	-	-
			100	43	28	15	-
			150	51	37	-	-
8	N-нитрозо-α-пиперидил-N-нитрозо-β-пиперидин		50	38	42	-	-
			100	54	60	-	-
			150	76	75	20	-
			200	73	78	18	26
9	N-динитрозопиперазин	140	20	75	63	-	-
			40	80	68	18	30
			60	92	88	30	44
			80	88	79	20	48
10	N-нитрозопергидрохиолин	560	100	68	32	-	-
			200	75	47	12	-
			300	68	52	18	18
11	1,2,3,4-N-нитрозотетрагидрохиолин	385	50	38	40	-	-
			100	64	85	16	76
			200	63	80	10	58
12	N-нитрозоциклогексометиленимин	150	25	31	44	-	-
			50	52	60	12	-
			100	48	52	10	-

Библиографический список

1. Таканаев А.А., Юшкова Е.И., Яроватая М.А. Некоторые аспекты фармакокинетики и метаболизма физиологически активных аминов и их производных // Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов: Межрегиональный сборник научных работ. Выпуск 13, ВГУ: 2011. С.179-184.
2. <http://cosmetology-info.ru/399/Nitrozaminy/>
3. <http://him.1september.ru/2004/28/10.htm>
4. <http://www.oncolog.su/carcinogen/nitrate/>
5. <http://www.medfrance.ru/onco/nitrate/nitrozamines/>

References

1. Takanaev A.A., Yushkova E.I., Yarovataya M.A. Some aspects of pharmacokinetics and metabolism of physiologically active amines and their compounds // Organization and regulation of physiological and biochemical processes: International collection of scientific reports. Issue B, VSU: 2011. Pp. 179-184.
2. <http://cosmetology-info.ru/399/Nitrozaminy/>
3. <http://him.1september.ru/2004/28/10.htm>
4. <http://www.oncolog.su/carcinogen/nitrate/>
5. <http://www.medfrance.ru/onco/nitrate/nitrozamines/>

УДК 634.86

А.А. ШЕЛЕСТ

кандидат биологических наук, доцент, кафедра профессионального обучения и бизнеса, Орловский государственный университет

E-mail: sanekshelest@mail.ru

М.Ю. ШЕЛЕСТ

кандидат биологических наук, доцент, кафедра товарооборота, сервиса и торговой инфраструктуры, Орловский государственный университет

E-mail: sanekshelest@mail.ru

UDC 634.86

A.A. SHELEST

Candidate of Biological Sciences, Associate professor of the Department of Professional Education and Business, Orel State University

M.Y. SHELEST

Candidate of Biological Sciences, Associate professor of the Department "Commodity research, service and trade infrastructure", Orel State University

К ВОПРОСУ ОБ ИНТРОДУКЦИИ СОРТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДНЫХ ФОРМ ВИНОГРАДА ГРУППЫ *VITIS VINIFERA* SUBSP. *SATIVA* В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ

TO A QUESTION OF AN GRADES INTRODUCTION AND PERSPECTIVE HYBRID FORMS OF *VITIS VINIFERA* SUBSP GROUP. *SATIVA* IN A MIDLAND OF RUSSIA

В статье рассматриваются полезные свойства винограда, исторический аспект виноградарства в России, основные регионы возделывания винограда в нашей стране и краткая классификация рода Vitis L. Приводятся первичные результаты интродукции ряда сортов и перспективных гибридных форм винограда культурного столового направления использования, их характеристика по ряду признаков и перспективы культивирования винограда в средней полосе России.

Ключевые слова: виноградарство, интродукция, адаптивный потенциал, сортоизучение, устойчивость.

The useful properties of grapes, historical aspect of wine growing in Russia, the main regions of the grapes cultivation in our country and short classification of the sort Vitis L are considered in this article. Primary results of the introduction of a number of sorts and perspective hybrid forms of the cultural grapes, their characteristics according to a number of signs and prospects of grapes cultivation for central Russia are given.

Keywords: wine growing, introduction, adaptive potential, grade studying, stability.

Человек тысячелетиями уделял самое пристальное внимание винограду. И это не удивительно, так как его полезные свойства доказаны и хорошо изучены. Он обладает высокими пищевыми и вкусовыми качествами. В винограде содержатся легкоусвояемые сахара (17,5%), органические кислоты – винная, яблочная и др. (0,6 %), пектиновые и минеральные вещества: натрий (26 мг%), калий (255 мг%), кальций (45 мг%), фосфор (22 мг%), железо (0,6 мг%), а также красящие и ароматические вещества и значительное количество воды (80,2 %) [4]. Он обладает лечебными и терапевтическими свойствами. Столовые сорта употребляются в пищу в свежем виде, технические идут на переработку для приготовления соков и вин.

В России виноградарство также имеет давнюю историю и получило развитие во многих ее регионах, которые резко различаются по почвенно-климатическим и другим условиям, а также и по давности разведения винограда. Краснодарский край, Ростовская область, Ставропольский край, Чечня, Ингушетия, Дагестан и юго-восточная часть Ростовской области относятся к числу старых виноградарских районов России, что не удивительно, поскольку виноград – южная и теплолюбивая культура. Что касается промышленного виноградарства, то, по мнению Ионова Г.И. [3], оно сосредоточено в основном в уникальных природно-климатических зонах Северного Кавказа (около 70 тыс. га), где получают редкую по качеству и гармоничности продукцию, как свежего винограда так и вин.

Самые большие площади виноградников находятся в

Краснодарском крае (34,5 тыс. га, или 48%), в Республике Дагестан 21 тыс. га, или 29%, Ставропольском крае 9,3 тыс. га, или 12,9%, Ростовской области 4 тыс. га, или 5,6%, Чечне 2,4 тыс. га, или 3,3%.

Однако в 90-е годы, в результате кризисных явлений, площадь насаждений винограда уменьшилась приблизительно в 2,5 раза. Поэтому на сегодняшний день дефицит сырья для винодельческой промышленности, производства соков и торговли свежими ягодами покрывается за счет импортного сырья.

Немаловажен факт предпринимаемых на сегодняшний день государством мер по увеличению площадей посадок винограда в традиционных районах виноградарства. Однако на наш взгляд, не менее важно, опираясь на достижения современной селекции по выведению новых устойчивых сортов, провести исследование по интродукции и адаптации сортов и перспективных гибридных форм винограда в средней полосе России.

Традиционными плодовыми и ягодными культурами для зоны Центрального Черноземья являются, как известно, яблоня, вишня, слива, груша, алыча, земляника, малина, смородина и крыжовник [2]. Здесь находятся крупные научные центры по их изучению и сортовыведению. К примеру, в Орловской области в научном обеспечении отрасли садоводства и плодоводства важная роль принадлежит Всероссийскому НИИ селекции плодовых культур, в котором получены значимые результаты селекции и сортоизучения традиционных культур для средней полосы России [5]. Однако в последнее время активно и успешно ведется работа по адаптации и акклиматизации

к суровым погодным условиям региона нетрадиционных для него плодовых растений – абрикоса, черешни и даже персика и айвы. Положительные результаты их интродукции доказывают возможность адаптации к погодным условиям Орловской области и других растений, характерных для возделывания в более южных регионах России. Поэтому введение культуры винограда в средней полосе на сегодняшний день становится одной из актуальных проблем садоводства. Перспективе развития виноградарства в нашем регионе посвящена эта статья.

Целью исследований являлась оценка адаптивности сортов и перспективных гибридных форм винограда к неблагоприятным условиям среды Центрального Черноземья и разработка принципов их интродукции и отбора для любительского и промышленного виноградарства в нашей зоне.

Известно, что род *Vitis* (виноград) представлен 70 видами [6] и делится на два подрода: *Euvitis* Planch и *Muscadinia* Planch. В подрод *Euvitis* Planch входит 68 видов, которые с учетом ареалов их происхождения и распространения, а также по совокупности ботанических и морфолого-анатомических признаков и свойств делятся на 3 группы:

- европейско-азиатскую;
- американскую;
- восточно-азиатскую.

К европейско-азиатской группе относят один вид: *Vitis vinifera* L., который включает в себя подвиды *Vitis vinifera* subsp. *Sativa* (виноград культурный), давший огромное количество культурных сортов, и *Vitis vinifera* subsp. *silvestris* (Виноград лесной).

По мнению Трошина Л.П., «среди богатейшего генфонда вида *Vitis vinifera* L. подвид культурного винограда subspecies *sativa* D.C. с незапамятных времен остается самым популярным классификационным объектом из-за его огромнейшего полиморфизма, обширнейших масштабов возделывания и самой ценной производимой продукции» [7]. Из многих классификаций винограда, представленных в «Энциклопедии виноградарства», генотипически обоснованной по 25 признакам и свойствам и потому естественной, агроботанической оказалась эколого-географическая классификация советского ученого Александра Михайловича Негруля. Он разделил евразийские сорта культивируемого винограда в зависимости от их происхождения на три эколого-географические группы:

- восточные сорта (*convarietas orientalis* Negr.), возникшие в среднеазиатском регионе, в основном гололистные;
- сорта бассейна Черного моря (*convarietas pontica* Negr.), имеющие смешанное паутинистое и щетинистое опушение листьев;
- западноевропейские сорта (*convarietas occidentalis* Negr.), мелкоплодные, с паутинистым опушением листьев.

В свою очередь, каждая из этих групп разделена автором на подгруппы, вариации, сортотипы и сортогруппы.

Классификация проф. А.М.Негруля стала общепризнанной и в настоящее время служит основой для дальнейшего совершенствования систематики подвида. В

восточной эколого-географической группе А.М. Негруль выделил подгруппы технических (*subconvarietas caspica* Negr.) и столовых (*subconvarietas antasiatica* Negr.) сортов, три сортотипа: Кишмиш (*conculata apirinea* Negr.), Мускат (*conculata apiana* Negr.) и Шасла (*conculata aminea* Negr.).

Американскую группу составляют 28 видов. В виноградарстве эти лозы широко используют в качестве подвоя. Среди них наиболее известны *Vitis rupestris*, *Vitis riparia* и *Vitis labrusca*. Последний является родоначальником большинства североамериканских сортов винограда с характерным земляничным ароматом, который называют «изабельный», или «лисий» (культивирование с середины XVII века).

Восточно-азиатская группа объединяет 39 видов, на сегодняшний день мало изученных. Наиболее известный и распространенный из них – Амурский виноград (*Vitis amurensis*). В свою очередь Амурский виноград делят на три экотипа: северный экотип (произрастает на широте г. Хабаровска), южный экотип (произрастает на широте г. Владивостока) и китайский экотип (распространен в южных районах Китая).

Представители каждой группы вовлекаются в селекционный процесс как источники разных признаков – устойчивости, адаптивности, продуктивности и т.д.

Виноград культурный европейско-азиатской группы характеризуется высокой урожайностью, крупноплодностью, высоким сахаронакоплением и представляет наибольший интерес для выведения столовых сортов винограда с высокими вкусовыми качествами.

Объектами нашего исследования являются на сегодняшний день 47 сортов и перспективных форм столового винограда. Экспериментальная работа по интродукции южных сортов культурного винограда была начата в 2003 году с посадки 4 сортов – Лора, Аркадия, Тимур и Наталья. Основной задачей на этом этапе было получение информации о возможности адаптации сортов южного происхождения к экстремальным условиям средней полосы России.

Известно, что интродукции того или иного сорта должно предшествовать детальное агробиологическое и технологическое изучение его в ампелографических коллекциях. Все это необходимо сочетать с тщательным анализом почвенно-климатических условий данной природной зоны. Одним из существенных проявлений механизмов адаптации растений к стрессам является эндогенная регуляция растениями своей плодонагрузки в экстремальных условиях [1,8,9]. Результаты изучения сортов винограда в ампелографических коллекциях позволяют накопить первоначальный материал о степени экологической пластичности, т. е. о способности сорта давать урожай определенной величины и качества.

Основным показателем положительной адаптации и интродукции испытуемых сортов в зоне Центрального Черноземья является вступление их в фазу плодоношения и впоследствии систематическое плодоношение. Первые результаты – сигнальные грозди – у четырех вышеуказанных сортов были получены в 2006 году. Два последующих года виноград стабильно плодоносил, вследствие чего было принято решение о расширении

сортимента и количества объектов исследования.

В таблице 1 приводится сортимент и год посадки сортов и гибридных форм винограда южного происхождения, которые являются в настоящий момент объектами наших исследований.

В ампелографической коллекции отобраны сорта и

гибридные формы винограда разных экологических зон происхождения, срока созревания, отличающихся по морфобиологическим и хозяйственно-ценным признакам, а также устойчивостью к основным болезням и вредителям. Первичные исходные характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Год посадки и плодоношение сортов и гибридных форм винограда столового направления использования

№ п/п	Сорт; гибридная форма	Год интродукции	Время посадки	Плодоношение
1	Лора	2003	весна	+
2	Аркадия	2003	весна	+
3	Тимур	2003	весна	+
4	Наталья	2003	весна	+
5	Кодрянка	2008	весна	+
6	Дружба	2008	весна	+
7	Золотинка (Галбена Ноу)	2008	весна	+
8	Августин	2008	весна	+
9	Супер Экстра	2009	лето	+
10	Кишмиш 342	2010	осень	
11	Юбилей «Херсонского дачника»	2010	осень	+
12	Кишмиш Лучистый	2010	осень	
13	Галахад	2010	осень	+
14	Юбилей Новочеркасска	2010	осень	+
15	Гарольд	2010	осень	+
16	Новый подарок Запорожью	2011	весна	
17	Тасон	2011	весна	
18	Новое столетие ЗГТУ	2011	весна	
19	Красотка	2011	весна	
20	Памяти хирурга	2011	весна	
21	Мастер	2011	весна	
22	Монарх	2011	весна	
23	Лелик	2011	весна	
24	Ливия	2011	весна	
25	Блестящий	2011	лето	
26	Велика	2011	лето	
27	Рошфор	2011	осень	
28	Прелесть	2011	осень	
29	Мускат Новошатинский	2011	осень	
30	Черный Изумруд	2011	осень	
31	София	2012	весна	
32	Ладанный-2	2012	весна	
33	Румба	2012	весна	
34	Преображение	2012	весна	
35	Виктор	2012	весна	
36	Илья	2012	весна	
37	Алладин	2012	лето	
38	Антоний Великий	2012	лето	
39	Сичеслав	2012	лето	
40	Лия	2012	лето	
41	Гала	2012	лето	
42	Камелот	2012	лето	
43	Дюжина	2012	осень	
44	Заря Несветая	2012	осень	
45	Велес	2012	осень	
46	Бажена	2012	осень	
47	Зарница	2013	весна	

Таблица 2.

Биологические и хозяйственно-ценные признаки исследуемых сортов
и г.ф. винограда столового направления использования

№	Название	Тип цветения	Цвет	Вкус	Вес грозди г	Вес ягоды, г	Срок созревания	Морозо- устой- чивость	Устой- чивость к болезням
1	Августин (Плевен устойчивый)	Обоеполый	Белый	Гармонич.	500-800	5-6	Ранний	-24	3
2	Аладдин	Обоеполый	Желто- розовый	Легк. мускат, гармонич.	600-800	9-11	Ранний	-24	2
3	Антоний великий	Обоеполый	Янтарно- белый	Легк. мускат, гармонич	1500 – 2000	15-18	Средний	-26	2-2,5
4	Аркадия (Настя)	Обоеполый	Белый	Гармонич., легкий мускат	500-1100	8-11	Оч. ранний	-21	3-3,5
5	Бажена	Обоеполый	Желтый	Гармонич.	700 – 1500	14-20	Ранний	-24	3-3,5
6	Блестящий	Обоеполый	Розовый	Мускатный	570-800	8-10	Оч. ранний	-24	2,5
7	Велес	Обоеполый	Розовый	Мускатный	800 – 1000	4,5-5,5	Ранний	-21	3,5
8	Велика	Обоеполый	Темно- фиолетов.	Гармонич.	500 – 700	13-14	Ранне- средний	-22	3-3,5
9	Виктор	Обоеполый	Розовый	Гармонич.	500-1000	9-14	Оч. ранний	-23	3,5
10	Гала	Обоеполый	Синий	Гармонич.	650	10-14	Ранний	21	3-3,5
11	Галахад	Обоеполый	Белый	Гармонич.	600-900	10-12	Оч. ранний	-24	2,5
12	Гарольд	Обоеполый	Белый	Мускатный	400-600	5-7	Оч. ранний	-24	3
13	Дружба	Обоеполый	Янтарно- белый	Мускатный	300-600	4-5г	Ранний	-23	2,5-3
14	Дюжина	Обоеполый	Красный	Гармонич.	600 – 800	12-15	Ранний	-23	3
15	Заря Несветая	Обоеполый	Темно- красный	Мускатный	600 – 1000	10 -12	Оч. ранний	-23	2,5
16	Зарница	Обоеполый	Янтарный	Гармонич.	700 – 1500	8 -12	Оч. ранний	-23	3-3,5
17	Золотинка (Галбена ноу)	Обоеполый	Кремово- желтый	Мускатный	500-650	6-8	Оч. ранний	-25	2,5
18	Илья	Обоеполый	Белый	Гармонич.	500 -1000	10-12	Оч. ранний	-25	2-3
19	Камелот	Обоеполый	Белый	Гармонич.	600 – 1000	9-15	Ранний	-25	2
20	Кишмиш лучистый	Обоеполый	Розово- красный	Гармонич., легкий мускат	200 – 600	2,5-4	Ранне- средний	-22	3-4,5
21	Кишмиш № 342	Обоеполый	Золотисто- зеленый	Гармонич.	250-800	2,5-3	Оч. ранний	-24	3,5
22	Кодрянка	Обоеполый	Тёмно- фиолетов.	Простой	400-800	6-8 г	Ранний	-23	3
23	Красотка	Обоеполый	Темно- ро- зовый	Легк. мускат	500 – 600	6 – 7	Оч. ранний	-24	3,5
24	Ладанный 2	Обоеполый	Янтарный	Мускатный	500-1500	8-10	Ранний	-25	3
25	Ливия	Обоеполый	Розовый	Мускатный	500-700	6-8	Оч. ранний	-21	4
26	Лия	Обоеполый	Желто- розовый	Гармонич.	500-700	8-15	Ранний	-21	3,5-4
27	Лёлик	Обоеполый	Красно- фиолетов.	Гармонич.	500 – 600	6 – 8	Оч. ранний	- 24	3
28	Лора	ФЖТ	Белый	Гармонич.	700-1300	8-12	Оч. ранний	-21	3,5
29	Мастер	Обоеполый	Темно- красный	Гармонич.	500 – 700	10–12	Оч. ранний	- 24	3,0 – 3,5

Таблицы 2. (Продолжение)

№	Название	Тип цветения	Цвет	Вкус	Вес грозди г	Вес ягоды, г	Срок созревания	Морозоустойчивость	Устойчивость к болезням
30	Монарх	Обоеполый	Желтый	Гармонич., легкий мускат	500 – 600	20-32	Ранне-средний	-25	2
31	Мускат Новошахтинский	Обоеполый	Красно-фиолетов.	Легк. мускат, гармонич	500	7-10	Оч. ранний	-23	3
32	Наталя	Обоеполый	Тёмно-синий	Простой	400-700	6-7	Ранний	-22	2,5-3,5
33	Новое столетие ЗГТУ (FVA-3-3)	Обоеполый	Белый	Гармонич.	800 - 1500	7-9	Ранний	-23	3,5
34	Новый подарок Запорожью	Обоеполый	Белый	Гармонич.	800 – 1100	10-12	Ранний	-24	3
35	Памяти хирурга	Обоеполый	Розовый	Гармонич.	500 – 600	8-10	Ранний	- 24	2,5
36	Прелесть	Обоеполый	Белый	Легк. мускат	600 – 800	10-15	Оч. ранний	- 24	3-3,5
37	Преображение	Обоеполый	Розовый	Гармонич.	700-1500	12-18	Ранний	-23	3-3,5
38	Рошфор	Обоеполый	Темно-красный	Легк. мускат, гармонич	500 – 600	8-12	Оч. ранний	-25	2,5-3
39	Румба	Обоеполый	Розовый	Гармонич.	700-900	8-10	Оч. ранний	-24	3
40	Сичеслав	Обоеполый	Белый	Гармонич.	1500 г	18-20	Ранний	-22	3
41	София	ФЖТ	Розовый	Мускатный	800 -2000	14-16	Ранний	-21	3,5-5
42	Супер-Экстра	Обоеполый	Белый	Гармонич.	500-800	7-10	Оч. ранний	-24	2-2,5
43	Тасон	Обоеполый	Бело-розовый	Мускатный	500-700	6-8	Оч. ранний	-22	4
44	Тимур	Обоеполый	Белый	Гармонич.	400-600	6-9	Оч. ранний	-25	2,5
45	Черный изумруд	Обоеполый	Темно-фиолетов.	Гармонич.	500	3-5	Оч. ранний	-23	3,5-4
46	Юбилей херсонского "Дачника"	ФЖТ	Розовый	Гармонич.	300-400	6-8	Оч. ранний	-24	2,5
47	Юбилей Новочеркасска	Обоеполый	Бело-розовый	Гармонич.	700-1500	12-18	Ранний	-25	3,5

Как указывалось выше, предварительные результаты интродукции и адаптации первых четырех столовых сортов винограда – Лоры, Аркадии, Тимура и Натали – в экстремальных условиях средней полосы России были получены в 2006 году. В дальнейшем наблюдалось их успешное плодоношение в течение 7 лет. При этом основные хозяйственно-ценные признаки – урожайность, величина ягоды, вкусовые качества – полностью соответствуют заявленным характеристикам сорта для южных регионов возделывания винограда в нашей стране.

В 2010 году наблюдалось первое сигнальное плодоношение сортов Августин и Кодрянка, а в 2011-2012 гг эти сорта наблюдались под полным плодоношением.

Сорта Дружба, Золотинка и Супер Экстра дали сигнальные грозди в 2011 году, а сорта Юбилей херсонского дачника, Юбилей Новочеркасска, Гарольд и Галахад – в 2012 году. Все вышеуказанные сорта соответствовали заявленным характеристикам.

На факультете ТПС Орловского государственного

университета осенью 2012 года была проведена апробация и дана дегустационная оценка урожая отдельных сортов и гибридных форм винограда, выращенных в Орловской области.

В 2013 году прогнозируется первое плодоношение сортов Кишмиш 342, Кишмиш лучистый, Красотка, Монарх, Велика и Блестящий.

На рисунках 1-5 представлены первичные результаты исследования.

Вторым этапом испытаний была апробация и модификация агротехнических мероприятий, повышающих адаптивный потенциал винограда к неблагоприятным условиям средней полосы России. Кроме того, разрабатывались способы формирования кустов винограда для благоприятной перезимовки в условиях сурового климата, а также исследовались малозатратные и технологичные способы зимнего укрытия винограда.

По нашим наблюдениям, весь период культивирования винограда признаков заболеваний вплоть до 2010 года не отмечалось. Поэтому обработок винограда про-

тив болезней не проводилось. Только погодные условия 2011 года спровоцировали первую вспышку заболевания милдью и оидиума. В результате чего внедрялась система профилактической обработки от болезней.

Поражение вредителями за весь период наблюдений не отмечалось.

Такой низкий уровень развития фитопатогенной флоры и фауны, по сравнению с южными регионами, позволит существенно сократить кратность обработок и, соответственно, снизить себестоимость и выход экологически чистой продукции в условиях Орловской области.



Рис.1. Гроздь Аркадии (г. Орел).

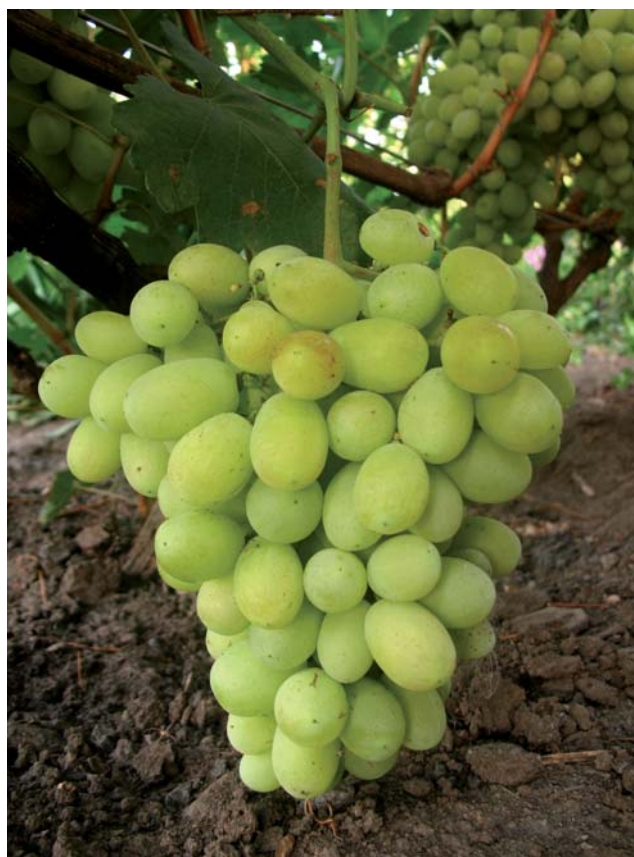


Рис. 2. Гроздь Лоры (г. Орел).



Рис. 3. Гроздь Натальи (г. Орел).



Рис. 4. Сигнальная гроздь Юбилея Новочеркаска (г. Орел).



Рис. 5. Куст Лоры под нагрузкой (г. Орел).

Библиографический список

1. Гончарова Э.А. Саморегуляция плодоношения сочноплодных растений в различных условиях среды. Физиологические основы селекции растений: Теоретические основы селекции. Т. II. В.А. Драгавцев, Г.В. Удовенко, Н.Ф. Батыгин и др.; под ред. Г.В. Удовенко. СПб.: изд-во ВИР, 1995. 621 с.
2. Государственный реестр сельскохозяйственных культур, допущенных к использованию [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.gossort.com/ree_cont.html - Загл. с экрана.
3. Ионов Г.И. Агробиологическая и хозяйственно-технологическая оценка новых устойчивых сортов винограда в условиях Северного Дагестана: автореф. дис. ... канд. С.-х. наук: 06.01.07/ Г.И. Ионов. Москва, 2009. 32 с.
4. Мехузла Н.А. О проблемах возрождения виноградарства и виноделия в России [Электронный ресурс] / Н.А. Мехузла, Г.В. Черников. Режим доступа: <http://www.vinmoldova.md/index.php?mod=content&id=1720> - Электронная версия печ. публикации.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ Орёл: изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.
6. Трошин Л.П. Ампеლოграфия и селекция винограда. Краснодар: РИЦ «Вольные мастера», 1999. 128 с.
7. Трошин Л.П. Развитие классификации винограда. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://vinograd.info/pyblikacii/stati/razvitie-klassifikacii-vinograda.html>. - Электронная версия печ. публикации.
8. Удовенко Г.В. Устойчивость растений к абиотическим стрессам. Физиологические основы селекции растений: Теоретические основы селекции. Т. II. В.А. Драгавцев, Г.В. Удовенко, Н.Ф. Батыгин и др.; под ред. Г.В. Удовенко. СПб.: изд-во ВИР, 1995. 621 с.
9. Шелест А.А. Онтогенетическая изменчивость адаптивного и аттрактивного потенциалов разных генотипов растений в градиенте эдафических условий: автореф. ... дис. канд. биол. наук: СПб, 2003. 24 с.

References

1. Goncharova E.A. Self-regulation of fruitage in juicy-fruited plants under various environment conditions / E.A. Goncharova // Physiological bases of selection plants: theoretical bases of selection. T of II. - V.A. Dragavtsev, G.V. Udovenko, N.F. Batygin, etc.; under the editorship of G.V. Udovenko. SPb.: izd-in VIR, 1995. 621 p.
2. The state register of the crops allowed to use [An electronic resource] - an access Mode: http://www.gossort.com/ree_cont.html - Title from the screen.
3. Ions G.I. Agro biological and an technologo-economics assessment of new resistance grades of vine in the Northern Dagestan condition: abstract thesis of the agricultural sciences candidate : 06.01.07/ G.I. Ionov. Moscow, 2009. 32 p.
4. Mekhuzla N.A. : About problems of revival of wine growing and winemaking in Russia [An electronic resource] / N.A. Mekhuzla, G.V. Chernikov. Access mode: <http://www.vinmoldova.md/index.php?mod=content&id=1720> - the Electronic version the printed publications.
5. The program and technique of a fruit grades, berry and nuts fruit crops studying / Eagle: VNIISPК publishing house, 1999. 608 p.
6. Troshin L.P. The ampelography and selection of grapes. Krasnodar: RITs "Free Masters", 1999. 128 p.
7. Troshin L.P. The development of grapes classification. [Electronic resource]. - Access mode: <http://vinograd.info/pyblikacii/stati/razvitie-klassifikacii-vinograda.html>. - Electronic version furnace. publications.
8. Udovenko G.V. The plant resistance to abiotic stresses / G.V. Udovenko // Physiological bases of plants selection: theoretical bases of selection. T of II. - V.A. Dragavtsev, G.V. Udovenko, N.F. Batygin, etc.; under the editorship of G.V. Udovenko. SPb.: izd-in VIR, 1995. 621 p.
9. Shelest A.A. Ontogenetic changeability adaptive and attractive potentials of the plants different genotypes in the gradient of edaphic terms [Text]: avtoref. dis. kand. biol. sciences: 03.01.05/ Shelest Aleksand Anatol'evich. SPb, 2003. 24 p.

УДК 636.237.21

UDC 636.237.21

И.Н. АРБУЗОВ

аспирант, кафедра анатомии, физиологии и хирургии, Орловский государственный аграрный университет

В.Н. МАСАЛОВ

доктор биологических наук, профессор, кафедра анатомии, физиологии и хирургии, Орловский государственный аграрный университет

С.В. МОШКИНА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра зооигиены и кормления сельскохозяйственных животных, Орловский государственный аграрный университет

Н.А. МАЛАХОВА

кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра анатомии, физиологии и хирургии, Орловский государственный аграрный университет

Е.И. КРИВОПЛЯСОВ

студент, факультет биотехнологий и ветеринарной медицины, Орловский государственный аграрный университет

I.N. ARBUZOV

Graduate student, Department of anatomy, physiology and surgery, Orel state agrarian university

V.N. MASALOV

Doctor of Biology, professor, Department of anatomy, physiology and surgery, Orel state agrarian university

S.V. MOSHKINA

Candidate of Biology, associate professor, Department of zoohygiene and feeding of agricultural animals, Orel state agrarian university

N.A. MALAHOVA

Candidate of veterinary sciences, associate professor, Department of anatomy, physiology and surgery, Orel State Agrarian University

E.I. KRIVOPLYASOV

Student, Faculty of biotechnologies and veterinary medicine, Orel state agrarian university

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНУЮ И РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

INFLUENCES OF TECHNOLOGY FACTORS ON CATTLE PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE FUNCTION

Рассмотрены вопросы влияния технологических стрессов на показатели воспроизводства и молочной продуктивности крупного рогатого скота.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, стресс, молочная продуктивность, репродуктивная функция, воспроизводство.

Questions of influence of technological stresses on indicators of reproduction and dairy efficiency of cattle are considered.

Keywords: cattle, stress, dairy efficiency, reproductive function, reproduction.

В настоящее время в практике молочного скотоводства успешно используются эффективные технологии, позволяющие обеспечить высокую степень реализации репродуктивного потенциала животных и увеличение производства молока, а также улучшение его качественных показателей.

Современный уровень знаний в области физиологии репродукции предоставляет большие возможности ученым и практическим работникам для прогнозирования конечных результатов, предупреждения функциональных нарушений и наиболее полной реализации генетически детерминированных воспроизводительных возможностей животных.

В интересах коррекции и стимуляции репродуктивной способности крупного рогатого скота, профилактики и терапии бесплодия разработано и широко используется в производстве значительное количество эффективных способов, которые условно можно подразделить на средства специфического и неспецифического воздействия на организм. Однако резервы повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота далеко не исчерпаны.

Современные технологии производства молока не исключают воздействия на организм стрессоров различной природы, что сопровождается нарушением функционального гомеостаза животных, снижением их репродуктивной способности, уменьшением количества полученного молока и ухудшением его качества. В

связи с актуальностью данных вопросов, целью нашей работы было изучение влияния различных технологических факторов на производство и качество молока, а также репродуктивную функцию.

Экспериментальные исследования выполняются в соответствии с государственной научно-исследовательской программой администрации Орловской области департаментом сельского хозяйства в рамках темы 2.1. «Разработка эколого-ресурсосберегающего животноводства и совершенствования систем селекции сельскохозяйственных животных в условиях членства России в ВТО» на Государственном предприятии ОАО АПК «Орловская Нива» «Комплекс по производству молока «Сабурово»» в период 2012-2014 гг.

Опыты проведены на коровах и телках чёрно-пёстрого голштинизированного скота.

Были сформированы группы животных по принципу аналогов. Кормление животных осуществлялось в полном соответствии с нормами РАСХН, а содержание беспривязное в типовых коровниках в течение всего года.

Оплодотворяемость коров от первого осеменения определяли по результатам ректального обследования на 60-70 день после отёла, уточнялась по итогам отёлов и выражается в процентах.

Продолжительность сервис-периода определяли в днях как отрезок времени от отёла до плодотворного осеменения.

Гипофункцию родовой деятельности устанавливали

по продолжительности выведения плода и необходимости родовспоможения в результате наблюдения за ходом отёла и по сведениям ветеринарного учёта.

Послед считали задержавшимся, если он не отделился в течение 6 часов после отёла. Субинволюцию матки регистрировали, если лохии не отошли в течение 14 дней после отёла.

Кровь у коров брали в стерильные пробирки из яремной вены одноразовыми иглами за 1 час перед кормлением или через 2-4 часа по окончании кормления. Кровь через одноразовую иглу в количестве 20 мл набирали по стенке пробирки для предотвращения гемолиза. Затем в лаборатории кровь в пробирке обводили стерильной тонкой спицей из нержавеющей стали диаметром 1 мм. Ставили в термостат при температуре 38°C для окончательного отделения сыворотки. Отделившуюся сыворотку из пробирки сливали в стерильные флаконы, нумеровали и герметически закрывали. Флаконы с сывороткой при необходимости хранили в морозильной камере холодильника.

Содержание кортизола, тироксина, трийодтиронина, прогестерона и эстрадиола в сыворотке крови коров определяли радиоиммунным методом (Колли 1983г). В основе метода лежит специфическая иммунологическая реакция антиген+антитело.

Концентрацию адреналина в крови определяли флюорометрическим методом, суть которого заключается в том, что интенсивность спектра флюоресценции зависит от концентрации гормона.

Динамику молочной продуктивности учитывали в течение года по собственным наблюдениям во время утренней и вечерней дойки, а также по данным зоотехнического журнала.

Молоко для определения качественных и количественных показателей отбирали в стерильные пробирки 2 раза в день. Исследование молока проводили на Лактоне 1-4. Малоновый диальдегид в молоке определяли по методике, основанной на взаимодействии МДА с тиобарбитуровой кислотой [методика В.В. Рогожина, 1998 г].

Определяли интенсивность перекисного окисления липидов по накоплению малонового диальдегида в крови коров по методике Hunter E.A. 1963г. Исследования проводились на кафедрах: анатомии, физиологии и хирургии; химии; производства и переработки молока; в ИНИИЦ факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ОрелГАУ; а также в Орловском референтном центре ветлаборатории.

Применяемые в Орловской области технологии производства молока не исключают действие на животных стрессоров различной природы, поэтому важно было выявить стрессоры, оказывающие наибольшее влияние на репродуктивную функцию, лактацию и качественные показатели молока.

В результате интенсификации животноводства, связанного с созданием высокопродуктивных пород, сосредоточением на ограниченной территории большого количества животных, безвыгульным, беспастбищным содержанием, машинным доением и другими, не пред-

усмотренными природой факторами, стало невозможно в полной мере использовать генетически обусловленный потенциал плодовитости и молочной продуктивности. Значительное снижение этих качеств животного связано с действием на организм стрессоров различной природы. Наиболее значимыми из них являются гиподинамия и факторы неполноценного кормления.

В настоящей стадии наших исследований мы выяснили на 845 коровах динамику изменения надоев, а также динамику изменения качественных показателей молока по сезонам года (рисунок 1 и 2).



Рис. 1. Сезонная динамика изменения надоев.

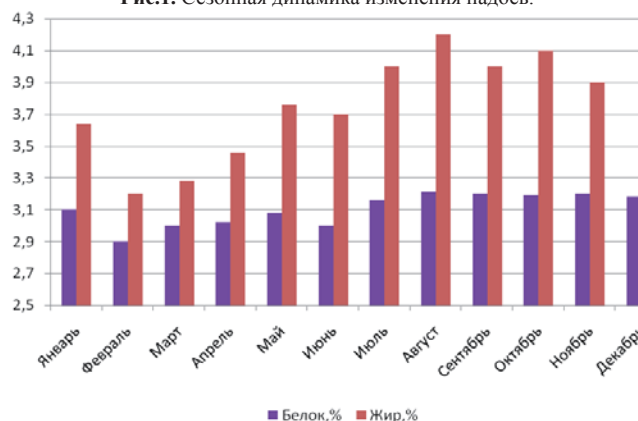


Рис. 2. Сезонная динамика изменения качественных показателей молока.

В результате было установлено, что самые низкие надоев наблюдались с февраля по апрель (21,6л-февраль; 17,4л-март; 22,7л – апрель). Самые низкие качественные показатели молока наблюдались также с февраля по апрель (белок 3,10% – февраль, 2,90% – март, 3,00% – апрель; жир 3,64% – февраль; 3,20% – март; 3,28% – апрель).

Таким образом, по приведенным данным можно сделать вывод, что в зимне-весенний период надоев существенно снижаются, также ухудшается качество молока, несмотря на тот факт, что животные круглый год находятся в одних и тех же коровниках и получают круглогодично малоизменяющиеся рационы. На наш взгляд, это происходит вследствие накопления к зимне-весеннему периоду у животных максимального значения алиментарного стресса, а также поедания кормов более низкого качества, нежели в другой период года, влияния температурного и других факторов.

Для выяснения влияния родового акта и характера его протекания на содержание адреналина и кортизола в крови коров, мы провели анализ сезонной динамики отелов, а также отметили проявление слабой родовой деятельности и субинволюции матки у коров.

В результате было установлено, что 58,4% отелов приходится на зимне-весенний период. При этом 27,4% животных имеют гипофункцию родовой деятельности и 39,3% – субинволюцию матки. В весенне-летний, летне-осенний и осенне-зимний периоды эти показатели составили 27,3, 18,3 и 28,9%; 7,8, 11,6 и 4,6%; 6,5, 14,4 и 9,2 % соответственно.

Таким образом, подавляющее большинство отелов приходится на зимне-весенний период, когда животные уже длительное время находятся на безвыгульном стойловом содержании и получают корма более низкого качества, чем в другие периоды. Эти факторы способствуют развитию гиподинамии и алиментарного стресса, что совпадает, по нашим данным, с увеличением количества коров, имеющих слабую родовую деятельность и субинволюцию матки.

С целью выяснения влияния родового акта и характера его протекания на содержание катехоламинов и кортикостероидов в крови коров, а также выявления динамики этих показателей в послеродовой период отобрали кровь от трех коров после нормальных и трех после тяжелых отелов в следующие сроки: в день отела, на 10 и 20 дни после отела. Радиоиммунным методом было установлено количество адреналина и кортизола в образцах крови (рисунок 3 и 4).



Рис. 3. Динамика содержания адреналина в крови коров после нормальных и тяжелых отелов, %.

Было установлено, что отел является мощным стресс-фактором, стимулирующим секреторную функцию надпочечника.

При этом установлено, что динамика содержания адреналина более выражена у коров после нормальных отелов. Уже к десятому дню у коров этой группы уровень гормона приближается к норме, а к двадцатому соответствует концентрации адреналина у животных в гомеостатическом состоянии. Тогда как у коров после тяжелых отелов стрессовое состояние сохраняется и на двадцатый день.

Аналогичная по существу картина получена при изучении содержания кортизола в крови коров.

Для окончательного подтверждения предположения того, что отел является стрессом для коров, мы исследовали кровь у животных после нормальных и тяжелых отелов с первого по двадцатый день на предмет изменения величины малонового диальдегида как конечного продукта перекисного окисления липидов.

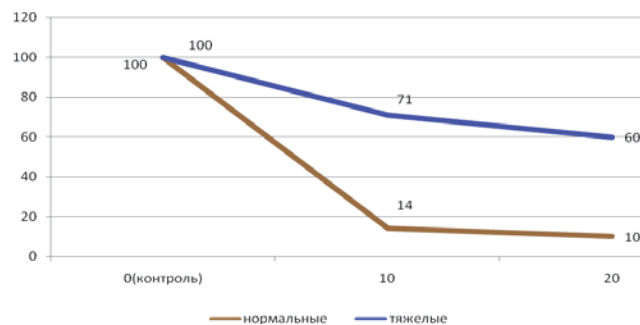


Рис. 4. Динамика содержания кортизола в крови коров после нормальных и тяжелых отелов, %.

Таблица 1.
Динамика содержания МДА в крови коров после нормальных и тяжелых отелов

Дни после отела	Величина МДА, мкм/л	
	Нормальный отел	Тяжелый отел
0	0,26	0,68
10	0,20	0,57
20	0,20	0,45

Таким образом, отел вызывает стресс у коров, а при тяжелых отелах стрессовое состояние сохраняется и на двадцатый день. Характер отела оказывает влияние на молочную продуктивность, тяжелый отел снижает её. После тяжелых отелов изменяются в худшую сторону и качественные показатели молока (жир, белок). Стресс, связанный с отелом и с его патологической формой, сопровождается активацией секреторной функции как мозгового, так и коркового слоя надпочечника.

Это подтверждают лабораторные исследования величины МДА в крови и молоке коров после нормальных и тяжелых отелов.

С целью выяснения влияния родового акта и характера его протекания на молочную продуктивность и качество молока, а также выявления влияния этих показателей в послеродовой период отобрали молоко от трех коров после нормальных и трех коров после тяжелых отелов в сроки: на десятый день после отела; на двадцатый и на тридцатый дни после отела. Исследование проводили на Лактане1-4, а молочную продуктивность замеряли во время утренней и вечерней дойки ежедневно.

В результате опыта было установлено, что молочная продуктивность после тяжелых отелов и к тридцатому дню была ниже на 10 % (таблица 2).

Таблица 2.
Молочная продуктивность после нормальных и тяжелых отелов

Дни после отела	Характер отела	
	нормальный	тяжелый
10	28,9	25,3
20	29,7	26,8
30	32,1	28,3

Качество молока (жир, белок), также было хуже у коров после тяжелых отелов и к тридцатому дню (жир – 3,83-3,78%; белок – 3,13-3,10%).

Таблица 3.

Зависимость качества молока от характера отела

Дни после отела	Характер отела			
	нормальный		тяжелый	
	Жир, %	Белок, %	Жир, %	Белок, %
10	3,82	3,05	3,71	3,04
20	3,76	2,87	3,66	2,98
30	3,83	3,13	3,78	3,10

Ранее было установлено, что отел является мощным стресс-фактором, стимулирующим секреторную функцию надпочечника. Исходя из этого, в следующем опыте мы отобрали молоко во время доения от трех коров после нормальных отелов и трех после тяжелых отелов. И по методике В.В. Рогожиной (1998) определяли величину МДА в молоке (таблица 4).

Таблица 4.

Влияние характера отела на значение МДА в молоке коров

Дни после отела	Величина МДА, мкМ/л	
	нормальный	тяжелый
10	0,24	0,65
20	0,20	0,56
30	0,20	0,52

Анализ приведенных данных показал, что после тяжелых отелов концентрация малонового диальдегида в молоке коров остается высокой и к тридцатому дню после отела.

Описанные нами выше результаты исследований доказывают негативное влияние технологических стрессоров на молочную продуктивность и репродуктивную функцию животных.

Библиографический список

1. Масалов В.Н. Физиологические аспекты повышения репродуктивной функции у черно-пестрого голштинизированного скота. // Дисс....доктора биол. наук. Орел. 2007. С.292.
2. Некрасов Р.В. Использование нового отечественного пробиотического препарата А в рационах сухостойных и новотельных коров / Р.В.Некрасов, Н. Анисова, М.Г. Чабаяев, А. Гаджиева и др. // Зоотехния. 2013. №9. С. 9-11.
3. Чомаев А. Мероприятия по улучшению воспроизводства стада с/х животных в хозяйствах и комплексах/ А. Чомаев, Ч. Колодиев. М.: Мосагроген, 2003.
4. Юдин М.Ф. Физиологическое состояние организма коров в различные сезоны года/ М.Ф. Юдин // Ветеринария, 2001. № 2.

References

1. Masalov V. N. Physiological aspects of increase of reproductive function at black and motley golstein cattle. // Doctoral dissertation in Biology. Orel. 2007. Pp. 292.
2. Nekrasov R. V. Use of a new domestic pro-biotic preparation A in diets the dry and the fresh of cows / R. V. Nekrasov, N. Anisova, M. G. Chabayev, A. Gadzhieva, etc.//Zootechnics. 2013 . No. 9. Pp. 9-11.
3. Chomayev A. Actions for improvement of reproduction of herd of agricultural animals in farms and Complexes. Chomayev, Ch. Kolodiyev. M.: Mosagrogen, 2003.
4. Yudin M. F. Physiological condition of an organism of cows during various seasons of year/M F. Yudin//Veterinary science, 2001. No. 2.

УДК 54.384.2

UDC 54.384.2

М.В. ВОРОНКОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра химии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: Voronkova-m78@yandex.ru

M.V. VORONKOVA

Candidate of Agricultural Science, Associate Professor of Chemistry Department, Orel State Agrarian University.

E-mail: Voronkova-m78@yandex.ru

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ГЛИКОАЛКАЛОИДОВ В КАРТОФЕЛЕ THE DYNAMICS OF ACCUMULATION OF GLYCOALKALOIDS IN POTATOES

Изучено содержание гликоалкалоидов в клубнях сортов картофеля, различающихся устойчивостью к колорадскому жуку. Исследована динамика накопления гликоалкалоидов в листьях картофеля в разных стадиях онтогенеза, а также при повреждении листьев картофеля колорадским жуком.

Ключевые слова: гликоалкалоиды, вторичные метаболиты, колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say).

The content of glycoalkaloids in the tubers of potato varieties which differ in resistance to the Colorado potato beetle is studied. We investigated the dynamics accumulation of glycoalkaloids in the potato leaves in the different stages of ontogenesis, as well as the damage of potato leaves by Colorado beetle.

Keywords: glycoalkaloids, secondary metabolites, the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say).

Картофель в нашей стране по праву называют «вторым хлебом». Такое значение картофеля определяется высокой продуктивностью и уникальными питательными свойствами этой культуры. Ценность картофеля обуславливается многообразием минеральных и органических веществ клубня, соответствующих потребностям человеческого организма.

Однако картофель подвержен многочисленным болезням и нападению насекомых-вредителей, среди которых наибольшую опасность представляет колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), занимающий особое положение среди вредителей сельскохозяйственных культур.

В системе защиты картофеля до последнего времени предпочтение отдавалось истребительным мероприятиям, которые позволяют снизить численность жука до экологически не ощутимого уровня. Однако одним из эффективных методов защиты картофеля от вредителей без применения химических средств или с минимальным их использованием является создание и возделывание сортов с различными механизмами устойчивости к колорадскому жуку [1].

Факторы, обуславливающие устойчивость растений картофеля к колорадскому жуку, многообразны: механическая защита листовой пластинки, иммунохимические реакции, накопление в тканях листа защитных белков (ингибиторы протеиназ, растительные токсины) и фитотоксинов небелковой природы (гликоалкалоиды и другие аллелохимические вещества), существенно снижающих питательную ценность зеленой массы для насекомых-листоедов [3]. Согласно многочисленным данным последнего времени, высокая концентрация гликоалкалоидов в растениях, а также отсутствие или блокирование стероидов, недостаток необходимых для развития колорадского жука аминокислот, каротиноидов и витаминов является главным фактором в устойчивости растений к вредителю [2]. Поэтому наличие в растениях вторичных метаболитов (гликоалкалоиды) в

связи с их токсичным действием на колорадского жука привлекают внимание селекционеров-картофелеводов.

Изучение содержания гликоалкалоидов картофеля и их влияния на колорадского жука позволит наметить пути отбора устойчивых сортов, а также создания экологически безопасных препаратов на их основе, что будет способствовать дальнейшему повышению эффективности и рентабельности сельскохозяйственного производства.

Для изучения содержания гликоалкалоидов картофеля использован материал, полученный на Брянской опытной станции ВНИИКСХ и различающийся устойчивостью к колорадскому жуку: Алюй брянский (устойчивый), Слава Брянщины (устойчивый), Дитта (среднеустойчивый), Жуковский ранний (среднеустойчивый), Аноста (относительно устойчивый), Невский (неустойчивый) (стандарт) и 2 районированные в Орловской области сорта картофеля Снегирь (среднеустойчивый) и Удача (среднеустойчивый) (рис.1).

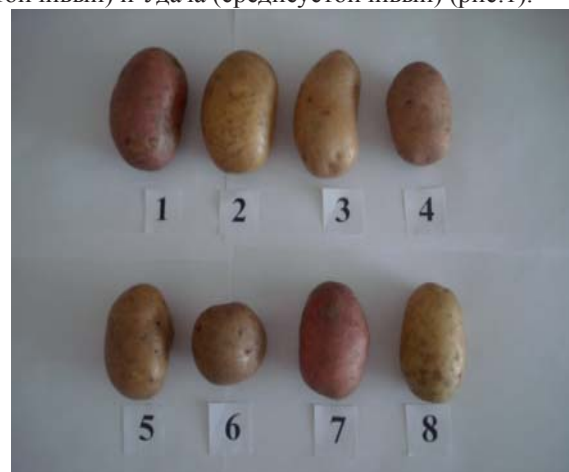


Рис. 1. Клубни сортов картофеля: 1 – Алюй брянский (У); 2 – Слава Брянщины (У); 3 – Дитта (СУ); 4 – Жуковский (СУ); 5 – Аноста (ОУ); 6 – Невский (НУ) (контроль); 7 – Снегирь (СУ); 8 – Удача (СУ).

Исследования показали, что содержание гликоалкалоидов в мякоти клубней картофеля в среднем состави-

ло 0,145% на сухое вещество, что является предельно допустимой концентрацией для человека.

Наиболее высокими показателями содержания гликоалкалоидов характеризовались сорта: Алы́й брянский и Слава Брянщины, клубни которых накопили от 0,173 до 0,193 % на сухое вещество. Клубни относительно устойчивого сорта Аноста и среднеустойчивых сортов Жуковский и Дитта накопили 0,133; 0,138; 0,141% на сухое вещество гликоалкалоидов. Наиболее низким показателем содержания изученных гликоалкалоидов в мякоти клубней (0,093% на сухое вещество) был отмечен неустойчивый сорт Невский (рис.2).

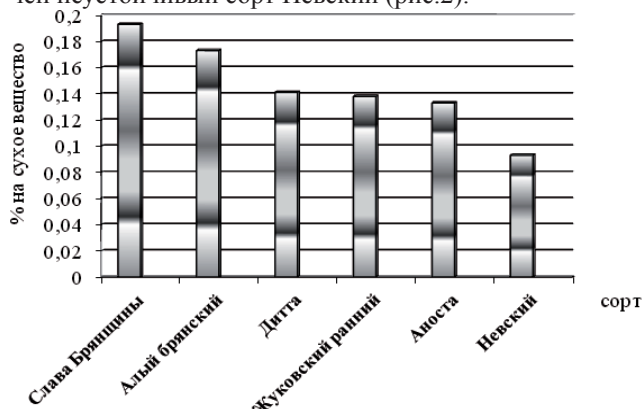


Рис. 2. Содержание гликоалкалоидов в мякоти клубней опытного картофеля.

Содержание гликоалкалоидов в клубнях среднеустойчивых, районированных в Орловской области, сортов картофеля составило 0,131% на сухое вещество у сорта Удача и 0,145% на сухое вещество у сорта Снегирь (рис.3).

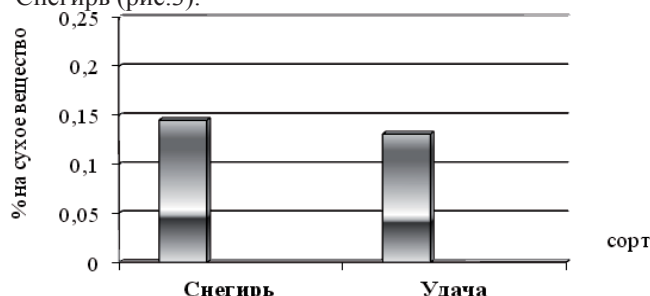


Рис. 3. Содержание гликоалкалоидов в мякоти клубней районированных сортов картофеля.

Исследование содержания гликоалкалоидов в листьях показало, что накопление данных веществ зависит от сортовых особенностей и варьирует от 162,3 до 312,2 мг/100 г сырой массы.

Максимальная концентрация гликоалкалоидов в листьях была отмечена в стадии прорастания надземных органов растения (169,4...312,5 мг/100 г сырой массы). В стадии цветения наблюдался некоторый спад концентрации данных веществ в листьях (162,3...304,5 мг/100 г сырой массы). Стадия увядания характеризовалась наименьшим накоплением гликоалкалоидов (153,4...303,2 мг/100г сырой массы) (табл.1).

Наибольшей концентрацией вторичных метаболитов во всех стадиях онтогенеза картофельного рас-

тения характеризовались сорта: Алы́й брянский и Слава Брянщины (300,0...312,5 мг/100г сырой массы). Наименьшее, почти в 2 раза, количество гликоалкалоидов накопили листья сорта Невский (153,4...169,4 мг/100г сырой массы).

Таблица 1.

Содержание гликоалкалоидов в листьях в разных стадиях онтогенеза картофеля (мг/100г сырой массы)

Сорт	мг/100 г сырой массы		
	в стадию прорастания надземных органов	в стадию цветения	в стадию увядания
Слава Брянщины У	312,5	304,5	303,2
Алы́й Брянский У	310,3	300,1	300,0
Дитта СУ	234,2	225,9	221,0
Жуковский ранний СУ	205,9	200,0	198,7
Аноста ОУ	206,6	200,6	200,0
Невский НУ	169,4	162,3	153,4
Снегирь СУ	207,3	198,9	192,1
Удача СУ	204,2	198,1	191,3

В листьях сортов, районированных в Орловской области, наибольшее количество гликоалкалоидов накопилось в стадии прорастания картофельного растения – 207,3 мг/100 г сырой массы, а наименьшее количество в стадии увядания ботвы картофеля – 191,3 мг/100 г.

Исследование динамики содержания гликоалкалоидов при повреждении листьев картофеля колорадским жуком показало, что количество алкалоидов в листьях картофеля изменилось незначительно, что говорит об отсутствии влияния элиситоров (если таковые есть) вредителя на индуцирование устойчивости.

Сорта Алы́й брянский и Слава Брянщины отличались повышенной концентрацией данных веществ. Наименьшей концентрацией гликоалкалоидов характеризовались листья сорта Невский.

Районированные сорта не отличились повышенным количеством гликоалкалоидов в листьях при повреждении колорадским жуком.

Обобщив полученные данные, следует полагать, что изменение концентрации гликоалкалоидов в листьях в разных стадиях онтогенеза является одним из факторов формирования иммунитета картофельного растения к колорадскому жуку. Наиболее устойчивые к колорадскому жуку сорта картофеля: Слава Брянщины и Алы́й брянский, листья которых накапливают максимальное количество гликоалкалоидов. Другие сорта незначительно отличаются друг от друга, за исключением неустойчивого сорта Невский, листья которого по неизученной причине содержат минимальное количество гликоалкалоидов.

Библиографический список

1. Антощенко Ф.Е. Сорта картофеля, созданные на Брянщине / Ф.Е. Антощенко, Л.А. Еренкова, А.А. Молявко: каталог. Брянск, 2008. 14 с.
2. Фасулати С.Р. Внутривидовые взаимоотношения в системе «картофель - колорадский жук» и зональная специфика устойчивости сортов к вредителю / С.Р.Фасулати // IX Всесоюз. совещ. по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям: тез. докл. Т.2. Минск, 1991. С.271-272.
3. Цветкова М.А. Биохимия стресса и формирования устойчивости у картофеля при повреждении колорадским жуком: автореф. дис., канд. биол. наук / М.А. Цветкова. М.: Моск. пед. гос. ун-т, 2001. 37с.

References

1. Antoshchenko F.E. Varieties produced in Bryansk/F.E. Antoshchenko, L.A. Erenkova, A.A. Molâvko: the catalogue. -Bryansk, 2008.-14 с.
 2. Fasulati S.R. Intraspecific relationships in the “potato-Colorado potato beetle and regional specificity of the sustainability of the pest/ S.R. Fasulati/Vsesoûz/IX. soveš. on the immunity-x. of plants to pests and diseases: Tez. Rep. T. 2.-Minsk, 1991, p. 271-272.
 3. Tsvetkova M.A. Biochemistry of stress and resistance in potato Colorado potato beetle is corrupted: katege. Dees, Ph.d. Biol. Science/ M.A. Tsvetkova.-m.: Mosk. ped. GOS. University, 2001-37 (с).
-

УДК 619:116-006.446:636.22/28

UDC 619:116-006.446:636.22/28

Н.Г. ДРУШЛЯК

кандидат биологических наук, старший преподаватель, кафедра общей биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет
E-mail: natalisai@mail.ru

В.И. КРЮКОВ

доктор биологических наук, профессор, кафедра частной зоотехнии и биотехнологии, Орловский государственный аграрный университет

Е.А. САУШКИНА

кандидат химических наук, доцент, кафедра общей биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет

N.G. DRUSHLJAK

Candidate of Biological Sciences, senior lecturer, general biological, pharmaceutical chemistry and pharmacognosy, Orel State University
E-mail: natalisai@mail.ru

V.I. KRYUKOV

Doctor of Biological Sciences, Professor, Private zootechniques and biotechnology, Orel State Agricultural University

E.A. SAUSHKINA

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, General biological, pharmaceutical chemistry and pharmacognosy, Orel State University

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА КАППА-КАЗЕИН У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

POLYMORPHISM OF KAPPA-CASEIN IN CATTLE IN THE ORYOL REGION

Представлены результаты ДНК-тестирования по гену каппа-казеин у крупного рогатого скота из различных хозяйств Орловской области для, возможно, дальнейшего проведения целенаправленной селекции и создания стад животных, молоко которых будет использоваться преимущественно для получения сыров.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, ПЦР, ДНК-диагностика, каппа-казеин.

The results of DNA testing for the gene kappa-casein cattle from different farms in Orel region for possible further implementation of selective breeding and the creation of animal herds, milk which will be used mainly to obtain cheeses are presented.

Keywords: cattle, PCR, DNA diagnostics, polymorphism, kappa-casein.

Молочная промышленность нуждается в увеличении объёмов поставок высококачественного сырья для производства белково-молочной продукции. Удовлетворение этой потребности возможно только при существенном улучшении показателей хозяйственно ценных признаков у КРС. Интенсификация селекционного процесса возможна при использовании методов молекулярной генетики для диагностики наиболее благоприятных генотипов животных, позволяющих существенно улучшить технологические свойства молока. Так, процесс производства высококачественного сыра и творога возможен лишь при условии, что молоко, направляемое на их выработку, является сыропригодным, т.е. способно образовывать плотный казеиновый сгусток под действием сычужного фермента.

В связи с заинтересованностью перерабатывающих предприятий молочной промышленности в закупках качественного сырья для производства белково-молочной продукции, возникла потребность в привлечении современных молекулярно-генетических методов диагностики в животноводство для отбора животных, характеризующихся лучшими технологическими свойствами молока.

Поиск генетических маркеров, связанных с белково-молочностью, позволил выявить взаимосвязь содержания белка в молоке с аллельным состоянием гена каппа-казеина. Казеины (casein) – группа сложных фосфопroteинов (остаток фосфорной кислоты образует сложный эфир с гидроксильной группой серина), обеспечивающих высокую питательную ценность молока и составляющих (в форме казеиногенов) до 80%

всех молочных белков. Казеины содержат полный набор незаменимых аминокислот, богаты валином (7%), лейцином (12%), лизином (7%). Основные типы казеинов кодируются генами, тесно сцепленными в едином кластере[5]. У крупного рогатого скота каппа-казеин определяет сыродельческие качества молока, и его высокое содержание является одной из важнейших целей селекции.

Целью исследований является изучение встречаемости гена каппа-казеина у крупного рогатого скота в стадах Орловской области.

Данная работа выполнена в лаборатории ДНК-диагностики, при участии сотрудников Инновационного научно-исследовательского испытательного центра, на базе ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет».

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужила кровь 245 образцов крупного рогатого скота (КРС) из различных хозяйств Орловской области. Кровь отбирали из яремной вены в вакуумные пробирки с ЭДТА. Выделение ДНК проводили с помощью набора DIAtom™ DNA Prep100 (Биоком, Россия).

Генотипы каппа-казеина определяли методом ПЦР-ПДРФ-анализа. Амплификацию проводили с помощью набора GenPak PCR Core (Биоком, Россия) с праймерами VAR 5: ATA GCC AAA TAT ATC CCA ATT CAG и VAR3: TTT ATT AAT AAG TCC ATG AAT CTT на приборе MyCycler (BioRad, США). Регуляция температурного режима выбиралась по пробирке (Algorithmic mode)

в объёме 20 мкл: денатурация – 30 сек при 94°C; отжиг праймеров – 30сек при 50°C ; синтез – 1 мин при 72°C (35 циклов).

Аликвоту амплификата 10 мкл обрабатывали 20 ед. эндонуклеазы рестрикции Hind III (СибЭнзим, Россия) и инкубировали при 37°C течение минимум 1 часа. Фрагменты разделяли в 2% агарозном геле и визуализировали в УФ после окрашивания бромистым этидием. Результаты фиксировали с помощью компьютерной видеосистемы Gel Doc (BioRad, США).

Результаты и их обсуждение

Аллель А сайта рестрикции для рестриктазы Hind III не имеет, поэтому после рестрикции изначальный ПЦР продукт размером 532пн остаётся неизменным (рис. 1). Аллель В имеет сайт рестрикции для рестриктазы Hind III, в результате рестрикции ПЦР фрагмент размером 532 пн «разрезается» на два фрагмента: 377 и 155 пн. Присутствие трёх фрагментов на геле после рестрикции (размером 532, 377 и 155 пн) свидетельствует, что данный генотип гетерозиготен и имеет обе аллели АВ.



Рис. 1. Электрофореграмма результата ПЦР-ПДРФ гена каппа-казеина крупного рогатого скота М – ДНК-маркер; 1, 3-6, 8, 10-15 – генотипы AA; 2, 7, 9 генотип АВ; 16 – генотип ВВ.

При анализе полиморфизма гена каппа-казеина нами обнаружены (табл. 1) животные гомозиготные по А аллелю (158 особей), гомозиготные по В аллелю (14 особей) и гетерозиготы (73 особи).

У симменталов (26 особи) были обнаружены толь-

ко AA генотипы. У коров чёрно-пёстрой породы (102), голштинизированной чёрно пёстрой-породы (30) обнаружены AA и АВ генотипы 25, 30, 18 особей соответственно. Особи с генотипом ВВ обнаружены среди гибридов симменталов и чёрно-пёстрой породы (13 особей), голштинской (1 особь). Таким образом, частота встречаемости В аллеля у проанализированных генотипов КРС Орловской области (большинство которых представлены чёрно-пёстрым голштинизированным скотом) составила – 17,4%, частота встречаемости генотипов АВ – 29,8%, и генотипов ВВ – 5,7%. Наблюдаемые частоты генотипов статистически достоверно ($P \leq 0,01$) отличаются от теоретически ожидаемых: ярко выражен недостаток гетерозигот и гомозигот по аллелю В. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований Зиновьевой с соавт. [2], установившими низкую частоту встречаемости В-аллеля в стадах чёрно-пёстрой и голштинской чёрно-пёстрой породы, варьирующую от 4,8 до 20 %. Одной из причин несоответствия наблюдаемого распределения аллелей и теоретически ожидаемого может быть отбор на сцепленно наследуемый признак и, таким образом, связанный с преобладающим аллелем.

Так, генотипирование северо-кавказского стада коров красной степной породы на носительство гена каппа-казеина показало, что частота встречаемости аллеля А составила – 0,58, аллеля В – 0,42. Частота встречаемости гомозиготных генотипов AA и ВВ локуса составила 28,0 и 12,0%, соответственно, гетерозиготных (АВ) – 60,0% [4].

У коров швицкой породы молочного типа установлена связь генотипа ВВ с молочной продуктивностью: удоём ($ВВ > АА$, +1065кг, $P > 0,95$), молочным жиром ($ВВ > АА$,

Таблица 1.

Генотипы по гену каппа-казеина у КРС различных хозяйств Орловской области

Хозяйство	Порода	Кол-во голов	генотипы по каппа-казеину		
			АА	ВВ	АВ
ОПХ «Стрелецкий», Орловский р-он	Чёрно-пестрая	61	49	-	12
ОАО «Орловское» по племенной работе Орловский р-он	Чёрно-пестрая, голштинская, симментальская	18	11	2	5
ОПХ «Красная звезда», Орловский р-он	Чёрно-пестрая, голштинская	23	15	-	8
КФК Коськина В.В., Болховский р-он	Чёрно-пестрая, гибриды чёрно-пёстрой с голштинами	22	14	-	8
СХ ИНВЕСТ СП «Никольское» Ливенский р-он	Чёрно-пестрая, симментальская	9	3	4	2
ЗАО «Орловское», Ливенский р-он	Чёрно-пестрая	5	1	1	3
АОНП «Успенское», Ливенский р-он	Чёрно-пестрая	20	11	2	7
АОА ПЗ «Сергиевский», Ливенский р-он	Симментальская	18	11	-	7
ООО «Коротыш», Ливенский р-он	Симментальская	10	3	2	5
Колхоз 50 лет октября, Ливенский р-он	Симментальская	13	8	-	5
ОАО «ПЗ им. А.С. Георгиевского», Ливенский р-он	Симментальская	9	3	3	3
ТВ «Речица», Ливенский р-он	Чёрно-пестрая	12	10	-	2
ОПХ «Стрелецкий», отд. Истомино, Орловский р-он	Чёрно-пестрая	15	11	-	4
ОАО «Березки»	Чёрно-пестрая	10	8	-	2

+42,1кг, $P>0,95$), процентным содержанием жира ($BB>AB$, +0,07%, $P>0,95$) и белка ($BB>AB$, +0,04%, $P>0,99$ и $BB>AA$, +0,07%, $P>0,99$). Также выявлено положительное влияние аллеля Е и отрицательное влияние аллелей G и F гена каппа-казеина на удой [1].

Сходные результаты были получены другими исследователями. Так при ПЦР-ПДРФ анализе 120 племенных коров маточного поголовья черно-пестрой породы ООО АП им. Калинина Стерлитамакского района Республики Башкортостан установлено, что наиболее высокий удой получен от коров с генотипом $CSN3^{BB}$ – $4858,3\pm90,4$ кг. Наименьший удой был у коров генотипа $CSN3^{AA}$ – $4507,5\pm85,9$ кг. Установленное различие удоев составляет 350,8 кг и статистически достоверно при $P\leq0,001$. Молоко, полученное от коров с гено-

типом $CSN3^{BB}$, имело наименьшее время свертывания (23-25 мин.). Молоко коров с генотипом $CSN3^{AB}$ сворачивалось за 33-41 мин. и коров-гомозигот $CSN3^{AA}$ – за 42-50 мин. Вместе с тем в этом исследовании не обнаружено влияния генотипов на белкомолочность [3].

Таким образом, исследование полиморфизма гена каппа-казеина позволит внедрять генетические маркеры в селекционный процесс крупного рогатого скота. Это обеспечит решение важной народнохозяйственной проблемы – проведения в нашей области маркер-направленной селекции с целью формирования стад животных с более высоким качеством молока, пригодным для получения высококачественных продуктов питания.

Библиографический список

1. Гладырь Е.А., Зиновьева Н.А., Попов А.Н. Методические рекомендации по определению вариантов каппа-казеина и бета-лактальбумина крупного рогатого скота методом ПЦР-ПДРФ анализа. Дубровицы, Изд-во ВИЖ. 2001. 15 с.
2. Зиновьева Н.А. Система внедрения генетических маркеров в животноводство. // Методы исследований в биотехнологии с.-х. животных. Ч. 4. Дубровицы. 2005. С. 61-74.
3. Ибрагимова Г.Р., Валитов Ф.Р. Взаимосвязь молочной продуктивности и технологических свойств молока коров черно-пестрой породы с полиморфизмом по гену каппа-казеина // Актуальные проблемы генетики и молекулярной биологии. Тез. докл. научн. школы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», Уфа, Россия, 24-28 сентября 2012 г. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2012. С. 33.
4. Чижова Л.Н. и др. Качественные показатели молока коров с генотипом гена каппа-казеина / Л.Н. Чижова, Н.Г. Марутянц, Е.Е. Абонеева // Материалы XII региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону». Т. 1. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2008. – 298 с.
5. <http://www.dictionary.cbio.ru/termin.phpid=160/>

References

1. Gladyr E.A., Zinovieva N.A., Popov A.N. Guidelines to identify options for kappa casein and beta - lactalbumin cattle by PCR - RFLP analysis. - Dubrovicy, Izd AUIAB. 2001. 15 p.
2. Zinovieva N.A. System introduction of genetic markers in livestock. // Methods of research in agricultural biotechnology animals. Ch 4. - Dubrovicy. 2005. Pp. 61-74.
3. Ibragimova G.R., Valitov F.R. The relationship of milk productivity and technological properties of milk of cows of black - motley breed gene polymorphism of kappa-casein. // Actual problems of genetics and molecular biology. Tethes of reports. Nauchn. schools "Scientific and scientific-pedagogical personnel of innovative Russia", Ufa, Russia, 24-28 September 2012 - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2012. Pp. 33.
4. Chizhova L.N. etc. Qualitative characteristics of milk cows with genotype kappa-casein gene / L.N. Chizhova, N.G. Marutyants, E.E. Aboneeva // Proceedings of the XII Regional Scientific and Technical Conference «University Science - North Caucasus region.» V. 1. Natural and exact sciences. Technical and applied science. Stavropol: NCSTU 2008. 298p.
5. <http://www.dictionary.cbio.ru/termin.phpid 160/>

УДК 636.2.034:619

UDC 636.2.034:619

Н.В. ЕРМАКОВА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра химии,
Орловский государственный аграрный университет
E-mail: chemistrysend@yandex.ru

N.V. ERMAKOVA

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of
Chemistry Department, Orel State Agrarian University
E-mail: chemistrysend@yandex.ru

СЕЗОННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СТРЕСС В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

SEASONALITY AND TECHNOLOGICAL STRESS IN THE STOCK RAISING

Представлена сезонная динамика показателей физиолого-биохимического статуса и молочной продуктивности коров при технологическом стрессе.

Ключевые слова: стресс-факторы, технологический стресс, зимний стойловый период, летний пастбищный период, физиолого-биохимический статус коров, молочная продуктивность.

The seasonal dynamics of the indices of physiological biochemical status and milk productivity of cows with the technological stress is shown.

Keywords: stress factors, technological stress, winter stall period, summer pasture period, physiological biochemical status of cows, milk productivity.

В современных условиях интенсивной эксплуатации сельскохозяйственных животных организм последних находится под постоянным воздействием множества различных факторов внешней среды. Технологический стресс, возникающий под влиянием факторов, связанных со способами содержания крупного рогатого скота и элементами технологии, принятой в том или ином хозяйстве, оказывает неблагоприятное влияние на здоровье животных и их продуктивность [1].

В большинстве хозяйств Орловской области в условиях смены сезонов года технология предполагает разделение содержания крупного рогатого скота в течение года на два периода: зимний стойловый и летний пастбищный. Каждый из них характеризуется специфическим набором стресс-факторов [2].

В условиях зимне-стойлового периода в хозяйствах часто применяется силосно-концентратный тип кормления молочных коров, который наиболее опасен ввиду нарушений обмена веществ [3]. Алиментарный стресс, связанный с однообразием кормления, с недостатком зелёных кормов в это время, способствует глубокому нарушению процессов адаптации, приводящих к ухудшению здоровья животных, снижению продуктивности, а иногда и к их гибели [4].

Среди недостатков зимне-стойлового содержания следует выделить отсутствие систематического активного моциона коров [5]. Недостаточная двигательная активность животных приводит к развитию гиподинамии, служащей причиной возникновения стрессов значительной силы. Гиподинамия сопровождается нарушением двигательных функций, обменных процессов в организме, воспроизводительной способности.

Содержание в зимний стойловый период характеризуется недостатком естественного света, что также служит стрессом для животных. При этом у них развивается вялость, уменьшается аппетит, угнетается половая деятельность, снижается продуктивность.

Микроклимат в животноводческих помещениях

при стойловом содержании имеет свои особенности. Нарушение его параметров (температура, влажность, скорость и охлаждающая способность воздуха, газовый состав, микробная обсемененность воздуха) приводит к выбраковке коров [6].

Переход на более благоприятный летний пастбищный период сопровождается стрессом, связанным со сменой рациона [7]. Стресс, возникающий при смене способа содержания, отрицательно влияет на поведение, двигательную активность, газообмен, показатели крови животных.

Летний пастбищный период в системе технологии содержания связан с повышенным воздействием ряда климатических факторов. Одним из них является высокая температура окружающей среды. При значительном увеличении влажности и температуры воздуха у животных возникают стрессы различной степени тяжести [8].

От воздействия высоких температур снижается приём и ухудшается использование питательных веществ корма, что снижает массу животных, но при этом возрастает потребление воды. В случае отсутствия должной организации питьевого режима в условиях пастбища у животных наступает водное голодание. При недостаточном поступлении воды в организм нарушается обмен веществ в организме, всасывание питательных веществ в кишечнике, затрудняется терморегуляция, снижается бактерицидность крови. Несвоевременное обеспечение животных питьевой водой приводит к падению удоёв [9].

Целью нашей работы явилось изучение физиолого-биохимического статуса коров в условиях технологического стресса и выявление сезонов года с наиболее сильными нарушениями гомеостаза организма животных.

Эксперимент проводился на молочном поголовье коров чёрно-пёстрой породы, находящихся на 3-4 месяце 2-3 лактации. Группы животных по 15 голов в каждой были сформированы по принципу аналогов. Забор

крови осуществлялся в первой декаде каждого месяца в течение года. С октября по апрель включительно животные экспериментальных групп содержались привязно, в стойлах, без предоставления активного движения. С мая по сентябрь включительно коровы находились на пастбище в летних лагерях. В стойловый период в помещении отмечался неудовлетворительный температурно-влажностный режим (температура воздуха от -2 до $+10^{\circ}$ и влажность свыше 90%), а также повышение температуры окружающей среды до $+35-37^{\circ}\text{C}$ во время пастбищного периода (июнь). Гипертермия протекала на фоне нарушения водоснабжения животных. При кормлении животных в экспериментальных группах отмечалось ухудшение качества кормов к концу зимне-стойлового периода.

Пробы крови для исследований брали из яремной вены утром до кормления. В цельной крови определяли содержание гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов. В сыворотке крови определяли содержание общего белка, общих липидов, холестерина и глюкозы по общепринятым методикам. Синдрому перекисного окисления липидов (ПОЛ), как неспецифической патофизиологической реакции, в настоящее время отводится роль универсального механизма в развитии стрессовых реакций. Интенсивность процессов ПОЛ и состояние системы антиоксидантной защиты (АОЗ) оценивали по концентрации в сыворотке крови малонового диальдегида (МДА) и антиоксидантных витаминов Е, А.

Молочную продуктивность коров всех групп в ходе опыта учитывали по величине среднесуточного удоя, массовой доле жира, массовой доле белка.

По результатам исследований среди получившихся 12 групп в качестве контроля была выбрана группа животных, анализ крови в которой проводился в сентябре в условиях минимального действия стресс-факторов и характеризовался самым низким содержанием малонового диальдегида.

В ходе эксперимента было установлено, что уровень гемоглобина в крови коров имеет тенденцию к снижению на протяжении зимне-стойлового периода. Уже в декабре он уменьшался на 2,2%, в январе и в феврале на 7,3% ($P<0,01$) и 7,5% ($P<0,001$) соответственно по сравнению с контролем (сентябрь). Переход на летне-пастбищное содержание способствовал повышению уровня гемоглобина и его стабилизации. Значительный подъем отмечался в июне и составил 6,3% ($P<0,01$). На фоне общего снижения уровня гемоглобина крови в зимне-стойловый период было установлено относительно постоянное содержание эритроцитов. Лишь в марте отмечалось снижение количества красных кровяных клеток на 18,8% ($P<0,05$). Июнь характеризовался повышением числа эритроцитов на 19% ($P<0,01$) по отношению к сентябрьским значениям, данное значение превышало физиологическую норму. Изменение количества лейкоцитов демонстрирует сезонную динамику с тенденцией к росту в зимние месяцы. В декабре этот рост составил 17,3%, в январе 18,7% ($P<0,05$), а в феврале 13,3%. Достоверно высокие значения также регистрировались в марте, когда увеличение составило

22,7% ($P<0,05$), и в июне. В июне содержание лейкоцитов превышает таковое в сентябре на 36% ($P<0,01$), а также превышает физиологическую норму.

В ходе опыта была установлена тенденция к изменению содержания общего белка крови в условиях технологического стресса в течение года (рис. 1). При этом с октября по январь отмечался некоторый недостоверный рост, а к окончанию зимне-стойлового периода (февраль-апрель) – падение уровня белка. Максимальное увеличение по сравнению с контролем (сентябрь) установлено в октябре и составило 4,2%, а максимальное снижение в марте – 4,5%. Среди летних месяцев резко выделялся июнь, когда рост общего белка составил 6,7% ($P<0,05$).

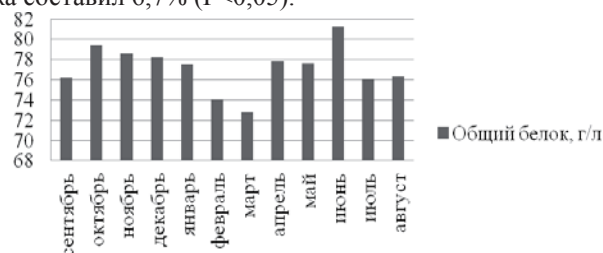


Рис.1. Сезонная динамика содержания общего белка в крови коров при технологическом стрессе в течение года.

В первый месяц стойлового содержания коров (октябрь) уровень глюкозы по сравнению с контролем (сентябрь) увеличился на 21,2% ($P<0,01$), что, очевидно, связано с продолжающимся процессом адаптации при смене способа содержания. Начиная с ноября, нами была выявлена тенденция к снижению уровня глюкозы. Ее содержание в феврале было ниже физиологической нормы – $1,95\pm 0,14$ ммоль/л; процент падения составил 20,4% ($P<0,01$). Мартовское значение находилось на нижней границе физиологической нормы – $2,00\pm 0,26$, процент падения составил 18,4%. Достоверно ниже было содержание глюкозы в апреле – $2,14\pm 0,10$, процент падения составил 12,7% ($P<0,05$). В июне, напротив, по глюкозе была превышена физиологическая норма, а её содержание возросло на 30,6% ($P<0,01$).

При недостаточном обеспечении глюкозой, особенно в разгар лактации, организм стремится компенсировать энергетический дефицит путем сжигания жиров [10]. В результате, во второй половине стойлового периода у коров отмечалось стойкое повышение содержания общих липидов и холестерина. Увеличение содержания общих липидов и холестерина было выявлено в июне, в условиях действия на организм животных температурного стресса (рис.2).

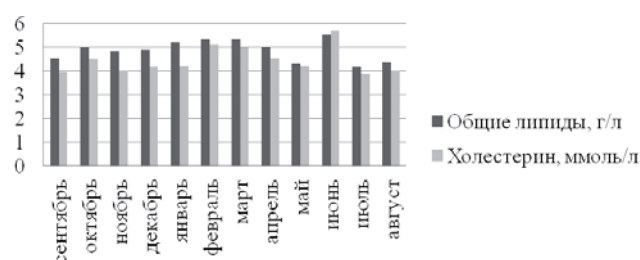


Рис.2. Сезонная динамика содержания общих липидов и холестерина в сыворотке крови коров при технологическом стрессе в течение года.

С целью выявления особенностей сезонного течения процессов перекисного окисления липидов при технологическом стрессе нами было изучено содержание в крови коров вторичного продукта ПОЛ – малонового диальдегида. С началом стойлового периода намечается тенденция к увеличению концентрации МДА. В декабре его содержание в 1,7 раза больше ($P<0,001$), в январе в 2 раза ($P<0,001$), в феврале в 2,5 раза ($P<0,001$), а в марте в 2,7 раза ($P<0,001$) по сравнению с контролем (сентябрь). Достоверное увеличение МДА в мае на 50% ($P<0,05$), очевидно, связано с адаптацией коров к смене способа содержания. В июне подъем уровня малонового диальдегида также свидетельствовал об активации ПОЛ – его концентрация увеличилась в 2,6 раза ($P<0,001$) по сравнению с сентябрьскими значениями.

Контроль над сохранением перекисного гомеостаза в живом организме осуществляет система антиоксидантной защиты, включающая в себя целый комплекс веществ, обладающих способностью уменьшать или предотвращать свободнорадикальное окисление органических веществ кислородом. Для оценки состояния системы АОЗ в разные сезоны года нами было изучено содержание в крови коров антиоксидантных витаминов – Е, А (табл 1).

Таблица 1.

Содержание антиоксидантных витаминов в крови коров в условиях технологического стресса

Месяцы	Витамин Е, мкмоль/л	Витамин А, мкмоль/л
сентябрь	33,93±1,35	1,87±0,14
октябрь	34,86±2,13	1,62±0,19
ноябрь	34,12±1,27	1,08±0,17**
декабрь	30,08±1,64	0,99±0,19**
январь	27,14±2,18*	0,94±0,18***
февраль	20,28±2,05***	0,82±0,16***
март	20,15±1,84***	0,91±0,13***
апрель	24,15±2,40**	1,18±0,12***
май	33,80±1,33	2,55±0,15**
июнь	39,97±2,07*	2,71±0,20**
июль	35,42±1,81	2,15±0,18
август	32,85±1,65	1,98±0,11

Различия статистически достоверны по сравнению с контролем: *- $P<0,05$; **- $P<0,01$; ***- $P<0,001$

Содержание витаминов Е, А в поздний зимне-стойловый период находилось на нижней границе физиологической нормы, что указывает на истощение системы АОЗ в условиях активации процессов ПОЛ. Кроме того, к концу зимы уменьшается поступление

антиоксидантов в организм коров из-за их разрушения в ходе хранения кормов. В июне нами было установлено увеличение концентрации витамина Е на 17,8% ($P<0,05$), витамина А на 44,9% ($P<0,01$) по сравнению с контролем (сентябрь). Повышение содержания витаминов-антиоксидантов в крови не всегда является благоприятным признаком. Увеличение их концентрации может свидетельствовать о начальном ответе на развивающийся окислительный стресс, сопровождающийся мобилизацией антиоксидантной системы, что выражается повышением содержания отдельных антиоксидантов.

В ходе эксперимента была выявлена тенденция к снижению среднесуточного удоя, массовой доли жира, белка в молоке на протяжении зимне-стойлового периода. Достоверное падение среднесуточного удоя в ноябре составило 10,2% ($P<0,01$), в декабре 12,1% ($P<0,01$), в январе 22,3% ($P<0,001$), в феврале 26,1% ($P<0,001$), в марте 40,1% ($P<0,001$), в апреле 24,2% ($P<0,001$) по сравнению с контролем (сентябрь). Достоверное снижение жира отмечалось в феврале и составило 3,7% ($P<0,001$), в марте – 17,1% ($P<0,001$), в апреле – 3,5% ($P<0,01$). Белок в молоке достоверно уменьшился в феврале на 8,2% ($P<0,001$), в марте на 9,8% ($P<0,001$), в апреле на 7,2% ($P<0,01$). При гипертермии в июне среднесуточный удой уменьшился на 44,6% ($P<0,001$), массовая доля жира на 4,5% ($P<0,001$), массовая доля белка на 1,6%. В остальном летний пастбищный период характеризовался относительно стабильными показателями молочной продуктивности коров.

Анализ полученных данных свидетельствует о наличии сезонной динамики физиолого-биохимических показателей крови коров в условиях технологического стресса. При этом поздний зимне-стойловый период является наиболее стрессогенным, что связано с некомпенсированным возрастанием процессов свободнорадикального окисления на фоне истощения собственной системы антиоксидантной защиты. Развивающаяся в это время стресс-реакция достигает значительной интенсивности и длительности и превращается из звена адаптации в звено патогенеза. Поэтому с целью сохранения здоровья и продуктивности животных в молочном скотоводстве целесообразным и необходимым является использование противострессовых и антиоксидантных препаратов, особенно в поздний зимне-стойловый период.

Библиографический список

- Голиков А.Н. Стресс и адаптационный синдром у коров в молочном комплексе / А.Н. Голиков // Ветеринария. 1993. №10. С.44-46.
- Ермакова Н.В. Каталитическая активность ферментов переаминирования у коров в условиях смены сезонов года. // Ученые записки Орловского государственного университета. 2012. №6 (часть 1). С.382-384.
- Особенности кормления коров в зимний период [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fermer.ru>.
- Плященко С.И. Стрессы у сельскохозяйственных животных / С.И. Плященко, В.Т.Сидоров. М.: Агропромиздат, 1987. 192 с.
- Хрусталёва И.В. Гиподинамия - зловещий фактор. // Ветеринария с.-х. животных. 2006. №11. С.3-7.
- Михайлов Н.А. Микроклимат в помещении при содержании высокопродуктивных животных молочного направления. // Ветеринарная медицина – теория, практика и обучение: материалы второй Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: Изд-во ФГОУ ВПО СПбГАВМ, 2007. С.43-44.
- Схема перевода коров на зимне-стойловое содержание и кормление их в переходный период [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.agro.altai.ru>.
- Маилян Э. Профилактика теплового стресса / Э.Маилян // Птицеводство. 2007. №11. С.29-33.

9. Дедов М.Д. Увеличение производства молока и повышение его качества в летний период / М.Д.Дедов, Н.В.Сивкин // Зоотехния. 2004. №8. С.21-24.
10. Громыко Е.В. Оценка состояния организма коров методами биохимии / Е.В.Громыко // Экологический вестник Северного Кавказа. 2005. №2. С.80-94.

References

1. Golikov A.N. Stress and adaptive syndrome in cows in the dairy complex. // Veterinary Science. 1993. №10. Pp.44-46.
 2. Ermakova N.V. Catalytic activity of the ferments of transamination the cows have under the conditions of changing the seasons of the year /N.V. Ermakova // Scientific Notes of Orel State University. 2012. №6 (part 1). Pp.382-384.
 3. Special features of the feeding of cows in the winter period [electronic resource]. - The regime of the access: <http://www.farmer.ru>.
 4. Plyashchenko S.I. Stresses in agricultural animal/ S.I. Plyashchenko, V.T.Sidorov. M.: Agropromizdat, 1987. 192p.
 5. Khrustaleva I.V. Hypodynamia - ominous factor/ I.V.Khrustaleva // Veterinary Science of Agricultural Animals. 2006. №11. Pp. 3-7.
 6. Mikhaylov N.A. Microclimate in the accommodation with the content of highly productive animals of the milk trend. // Veterinary medicine - theory, practice and the instruction: the materials of the second All-Russian practical-scientific conference. St. Petersburg: Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2007. Pp.43-44.
 7. The scheme of relocation of cows into the winter- stall content and their feeding in the transition period [electronic resource]. - The regime of the access: <http://www.agro.altai.ru>.
 8. Mailyan E. Preventive maintenance of the thermal stress /E.Mailyan // Poultry Raising. 2007. №11. Pp.29-33.
 9. Dedov M.D. Increase in the production of milk and an increase in its quality in the summer period /M.D.Dedov, N.V.Sivkin // Zootechny. 2004. №8. Pp.21-24.
 10. Gromyko E.V. Estimation of the state of the organism of cows by the methods of biochemistry /E.V.Gromyko // The Ecological Herald of the North Caucasus. 2005. №2. Pp.80-94.
-

УДК 577.13:57.022+57.042:58.071

UDC 577.13:57.022+57.042:58.071

С.Н. КОНОШИНА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра химии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: konoshina2011@yandex.ru

Н.Л. ХИЛКОВА

кандидат химических наук, доцент, кафедра химии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: hilкова59@rambler.ru

Е.Г. ПРУДНИКОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра химии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: elena-prudnikova00@rambler.ru

S.N. KONOSHINA

Candidate of Agricultural Sciences, assistant professor chairs chemistry, Orel State Agrarian University

E-mail: konoshina2011@yandex.ru

N.L. KHILKOVA

Candidate of Agricultural Sciences, assistant professor chairs, Orel State Agrarian University

E-mail: hilкова59@rambler.ru

E.G. PRUDNIKOVA

Candidate of Agricultural Sciences, assistant professor chairs chemistry, Orel State Agrarian University

E-mail: elena-prudnikova00@rambler.ru

**АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТОВОГО ОПАДА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ
ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF LEAF LITTER FALL OF WOODY PLANTS IN ORYOL REGION

*Изучены показатели роста и развития (всхожесть, длина и масса растений) тест-культуры редиса посевного и мятлика лугового под влиянием водных вытяжек листового опада древесных растений конского каштана обыкновенного *Aesculus hippocastanum*, липы сердцевидной *Tilia cordata*, лиственницы сибирской *Larix sibirica*, рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia*, клёна остролистного *Acer platanoides*, берёзы бородавчатой *Betula verrucosa*, произрастающих в черте г. Орла. Определено содержание фенольных соединений в вытяжках листового опада древесных растений и тест-культурах. Выявлены виды древесных растений, листового опада которых обладает стимулирующим и ингибирующим действием на тест-культуры.*

Ключевые слова: аллелопатия, фенольные соединения, биотестирование, фитостимулирование, фитоингибирование.

*The article studies growth and development indices (germination, length and weight of plants) of test culture of radish seed and meadow-grass under the influence of aqueous extracts of woody plants leaf litter of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*), tillet (*Tilia cordata*), siberian larch (*Larix sibirica*), field-ash (*Sorbus aucuparia*), norway maple (*Acer platanoides*), common birch (*Betula verrucosa*) growing within the Orel city boundaries. Then the article defines the contents of phenolic compounds in extracts of woody plants leaf litter and test cultures, and displays the kinds of woody plants, leaf litter of which has a stimulatory and adscopal effect on the test cultures.*

Keywords: allelopathy, phenol compounds, biotesting, fitostimulirovanie, fitoingibirovanie.

Зеленые насаждения в городской среде выполняют важные экологические функции: улучшение микроклимата, газового состава атмосферы, обогащение ее кислородом, фитонцидами, а также поглощение пыли и токсических веществ. Видовой состав древесных форм, применяемых в озеленении городов средней полосы России, приблизительно одинаков – это конский каштан обыкновенный *Aesculus hippocastanum*, липа сердцевидная *Tilia cordata*, лиственница сибирская *Larix sibirica*, рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia*, клён остролистный *Acer platanoides*, берёза бородавчатая *Betula verrucosa*.

В озеленении городов важную роль играет и создание газонов, поддержание естественного травостоя, что невозможно без изучения особенностей взаимодействия древесных и травянистых форм растительных организмов.

Давно отмечено, что каждое дерево изменяет вокруг себя интенсивность развития биоценоза, ингибируя или стимулируя развитие растений. Способность ингибировать прорастание семян, а также влияние на целый ряд экологических функций, связанных с взаимоотношением растений как друг с другом, так и с микроорганизмами, грибами, животными, присуща фенольным

соединениям, которые являются «вторичными метаболитами» растений.

Синтез различных фенольных соединений и их производных является характерной особенностью обмена веществ у растений. Фенольные соединения можно обнаружить в различных органах и тканях растений: корнях, стебле, листьях, цветках, семенах и плодах. Основные места внутриклеточной локализации фенольных соединений – это вакуоли, хлоропласты, а также клеточная стенка [8].

Во многих случаях высокая концентрация фенолов в покровных тканях препятствует размножению в них патогенных микроорганизмов, грибов, а также обуславливает устойчивость растений к действию биотических и абиотических факторов.

Фенольные соединения разобщают окислительное фосфорилирование, стимулируют деление клеток в культуре растительных тканей, подавляют прорастание семян. Им принадлежит ведущая роль в регуляции роста и развития растений, они затрагивают системы, связанные с синтезом или действием фитогормонов; оказывают не только фитотоксичное и ингибирующее действие, но и являются соединениями, способствующими повышению иммунитета растений [6].

Наибольшей физиолого-биохимической активностью обладают фенольные соединения, содержащиеся в листьях растений и освобождающиеся в результате разложения опада. Они вызывают так называемое «почвоутомление» (разлагающиеся листья каштана, ореха, хвоя сосны, ели и др.) [6]. Такое воздействие на биоценоз является аллелопатическим.

Аллелопатия (от греч. *allelon* – взаимно и *pathos* – страдание) – это влияние растений друг на друга в результате выделения ими различных веществ.

Основа аллелопатии – выделение растениями в среду минеральных и органических веществ. По источникам выделений можно разделить их на прижизненные: листовые, корневые и стеблевые выделения, выделения плодов, цветков и семян, а также образующиеся после разложения отмерших органов и поступающие в почву в виде опада.

Химический состав таких веществ сложен и разнообразен. Экспериментально доказано, что состав выделений растений одного вида меняется в зависимости от условий среды, при взаимодействии с выделениями других растений [2].

Следует отметить, что характер воздействия аллелопатически активных веществ носит специфический характер. При изучении влияния выделений одного растения на различные виды отмечено угнетение одних и, наоборот, стимуляция других видов [4,5].

В настоящее время мало изучено значение аллелопатических влияний в сообществах, её роли в формировании состава, структуры и сложения фитоценозов [6].

Цель исследований заключается в изучении влияния листового опада древесных растений на особенности формирования травянистых растений биоценоза.

Материалы и методика исследований

Территория Орловской области расположена в центральной части Среднерусской возвышенности. Климат территории умеренно континентальный с достаточным количеством тепла и влаги, однако, с неравномерным распределением осадков.

Среднегодовая температура воздуха +4,3°C. Абсолютный максимум – +37°C. Абсолютный минимум –38°C. Среднее число дней в году со снежным покровом – 123 дня. Дата образования устойчивого снежного покрова – начало декабря, а дата окончания снегостояния – вторая половина апреля. Общая продолжительность периода с положительной среднесуточной температурой составляет 220 дней.

Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 146 дней.

Гидротермический коэффициент равен 1,2–1,3, что является показателем достаточной влагообеспеченности растений в вегетационный период. За год выпадает 570–580 мм осадков, в дождливые годы их количество возрастает до 790 мм, а в засушливые уменьшается до 360 мм. Осадки распределяются неравномерно. Как правило, в первой половине вегетационного периода ощущается недостаток влаги в почве, а во второй возможно избыточное её увлажнение. Ежегодно летом бы-

вают засухи, слабые суховеи различной интенсивности. Отрицательное действие этих погодных условий компенсируется наличием больших запасов влаги в почве.

Массу наземной части и всего растения определяли путем взвешивания на аналитических весах (Sartorius CP 64).

Линейные параметры определяли с помощью линейки.

Общее содержание фенолов [3] определяли колориметрически после прибавления реактива Фолина-Дениса к спиртовой вытяжке растения. Измерение оптической плотности проводили на КФК-2 (Россия). Количество фенольных соединений находили по калибровочной кривой, построенной по хлорогенной кислоте. Расчет проводили по формуле:

$x = aVp \cdot 100/n$, где x – количество фенольных соединений, мг/100г сырой массы; a – содержание хлорогенной кислоты, определяемое по калибровочному графику, мг/см³; V – объем спиртовой вытяжки, см³; p – степень разведения; n – масса навески, г.

Статистическая обработка полученных результатов. В таблицах представлены средние арифметические из 3-кратных биологических повторностей и их стандартной ошибки. Аналитическая повторность – 5-7кратная. Результаты исследований были подвергнуты статистической обработке. Компьютерную обработку данных осуществляли на IBM PC с помощью программ EXCEL.

Методом биопроб определяется условная концентрация аллелопатически активных веществ. Для этого семена биотестов (семена редиса посевного *Raphanus sativus*) проращиваются в растворе вытяжки из образцов, взятых для исследований. Водная вытяжка готовится из расчета 1:10. Затем на дно чашки Петри укладывается бумажный фильтр. Повторность 10кратная. В каждую чашку Петри вносится по 50 семян и 10мл вытяжки листового опада, контроль – дистиллированная вода. Чашки закрываются крышками с фильтровальной бумагой, и семена проращиваются при температуре +26...+28 °C.

Когда в контроле прорастет в среднем 50% семян, производится подсчет количества всходов и высчитывается процент всхожести по отношению к контролю [1].

Лабораторную всхожесть семян определяли согласно ГОСТ 12038-84. [9].

Вегетационный опыт по выявлению аллелопатической активности водных вытяжек листового опада на развитие тест-культуры мятлика лугового проводили в чашках Петри, наполненных прокаленным песком, с посадкой по 20 растений в каждую. Полив производили водными вытяжками растений. Контролем служили растения, поливаемые дистиллированной водой. Учет биометрических показателей мятлика лугового проводили через 10 дней после посева.

Объектом исследования служил листовой опад древесных растений конского каштана обыкновенного *Aesculus hippocastanum*, липы сердцевидной *Tilia cordata*, лиственницы сибирской *Larix sibirica*, рябины обыкновенной *Sorbus aucuparia*, клёна остролистного *Acer platanoides*, берёзы бородавчатой *Betula verrucosa*,

произрастающих на территории Орловской области и г. Орла.

Опавшие листья были собраны в конце сентября – начале октября на территории парка Орловского государственного аграрного университета.

Результаты исследований и их обсуждение

Поскольку наибольшей аллелопатической активностью обладают фенольные соединения, содержащиеся в листьях, то нами был поставлен эксперимент по определению содержания фенольных соединений в листовом опаде различных видов древесных растений.

Таблица 1.

Содержание фенолов в листовом опаде древесных растений.

Вытяжка листового опада растения	Содержание фенолов в листовом опаде, мг/100г сухих листьев
Каштан конский	264
Липа сердцевидная	125
Береза бородавчатая	85
Лиственница сибирская	100
Рябина обыкновенная	185
Клен остролистный	530

Исследования показали, что максимальное содержание фенолов в листовом опаде клена остролистного (530 мг/100г), а минимальное – в листовом опаде березы бородавчатой (85 мг/100г). Поскольку содержание фенольных соединений в различных видах древесных культур неодинаково, то интересно было исследовать их аллелопатическую активность.

Принято определять физиолого-биохимическую активность биологических объектов по их влиянию на рост и развитие семян редиса посевного.

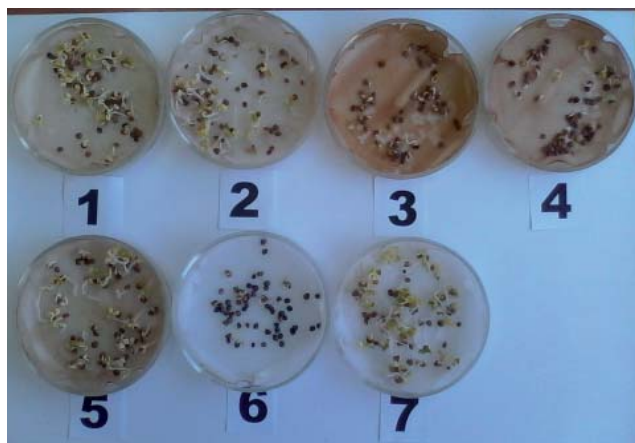


Рис.1. Всхожесть тест-культуры (редис посевной) под влиянием водных вытяжек листового опада древесных растений.

Наибольшая всхожесть семян наблюдалась в варианте с вытяжками конского каштана и рябины обыкновенной (80%), что практически не отличается от показателей контроля. Наименьшая всхожесть отмечалась в варианте с кленом остролистным и лиственницей сибирской (18%).

Для изучения воздействия водорастворимых феноль-

ных соединений на развитие травянистых растений был поставлен вегетационный опыт по выявлению влияния вытяжек листового опада древесных растений на всхожесть и ростовые процессы мятлика лугового как наиболее часто встречающегося вида дикорастущих злаков.

Максимальная всхожесть наблюдалась у семян, обработанных вытяжками из листьев рябины обыкновенной (96%), по сравнению с контролем (94%), наиболее ингибирующим эффектом обладали вытяжки листового опада лиственницы сибирской (86%) и клена остролистного (86%).

При измерении длины наземной части и всего растения мятлика максимальное развитие получили растения контроля (116,96 мм и 29,2 мм, соответственно), а минимальное – растения, обработанные вытяжкой листового опада клена остролистного (6,20 мм и 5,05мм) и лиственницы сибирской (6,39 мм и 5,85 мм).

Масса всего растения и наземной части в целом имеет максимальное значение в контроле (0,13 и 0,3 г соответственно), минимальное – при обработке вытяжками листового опада клена остролистного (0,06 и 0,0003 г) и лиственницы сибирской (0,06 и 0,003 г). Среди водных вытяжек листового опада наименее ингибирующим действием обладали вытяжки каштана конского (0,11 и 0,3 г) и рябины обыкновенной (0,09 и 0,02 г).

Физиолого-активные вещества листового опада, оказывающие стимулирующее действие на всхожесть семян, не всегда являются ингибиторами растения на протяжении всего онтогенеза. Так, вытяжка из листового опада рябины обыкновенной (всхожесть семян 96%) оказывала стимулирующее действие на тест-культуру по сравнению с контролем (всхожесть семян 94%). Однако в дальнейшем развитии данное влияние не сохраняется: длина и масса наземной части и всего растения меньше контроля и некоторых других вариантов.

Таблица 2.

Содержание фенолов в растении тест-культуры мятлика лугового.

Вытяжка листового опада растения	Содержание фенолов в растении
Каштан конский	40,5
Липа сердцевидная	56,0
Береза бородавчатая	45,0
Лиственница сибирская	12,5
Рябина обыкновенная	1424,8
Клен остролистный	133,1
Контроль (вода)	4395,0

Экзогенное воздействие физиолого-активных веществ листового опада блокирует синтез фенольных соединений тест-культуры. Наибольшее ингибирующее действие проявляют вытяжки лиственницы сибирской и каштана конского.

Выводы

1. Наибольшим содержанием фенолов обладали вытяжки листового опада клена остролистного (530 мг/100 г сухих листьев), а минимальное – в листовом

опаде березы бородавчатой (85 мг/100 г).

2. При изучении роста и развития тест-культуры мятлика лугового был выявлен порядок уменьшения ингибирующей активности водных вытяжек листового опада: каштан конский, рябина обыкновенная, береза бородавчатая, липа сердцелистная, клен остролистный и лиственница сибирская.

3. Листовой опад данных культур влияет на состояние биоценоза, оказывая чаще всего ингибирую-

щее действие.

4. На ранних этапах онтогенеза травянистые растения наиболее подвержены действию экзогенных биологически-активных веществ, в дальнейшем это действие снижается.

5. В условиях Орловской области не рекомендуется высаживать растения – лиственница сибирская и клен остролистный – во избежание формирования участков травостоя с бедным видовым составом.

Библиографический список

1. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев: Наукова думка, 1965.
2. Гродзинский А. М. Взаимодействие растений и микроорганизмов в фитоценозах. Киев.: Наукова думка, 1977.
3. Ермаков А.И., Арисимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987.
4. Коношина С. Н. Влияние различных способов использования почвы на физиолого-биохимическое состояние почвенной среды. Дисс.на соис. уч. ст. к.-с.-х. н. Орел: 2000. 145 с.
5. Лобков В.Т., Коношина С.Н. Аллелопатические свойства почвы как фактор плодородия. Сельскохозяйственная биология 2004; №3. С. 67-71.
6. Матвеев Н. М. Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара: Кн. изд-во, 1994.
7. Прудникова Е.Г., Хилкова Н.Л. Влияние биофлавоноидов на физиолого-биохимические процессы гороха. Ученые записки Орловского государственного университета 2013, № 3 (53). С. 209-211.
8. Филиппова Г.Г., Смолич И.И. Основы биохимии растений. Мн.: БГУ, 2004.
9. <http://www.standartgost.ru>

References

1. Grodzinsky A. M. Allelopathy in plants' life and their communities. Kiev: Naukova Dumka, 1965.
 2. Grodzinsky A. M. Interaction of plants and microorganisms in phytocenoses. Kiev: Naukova Dumka, 1977.
 3. Ermakov A. I., Arisimovich V. V., Yarosh N. P. and others. Methods of biochemical research of plants. L. Agropromizdat, 1987.
 4. Konoshina S. N. Impact of various methods of soil utilization on physiological and biochemical state of soil environment. Thesis for the degree of candidate in Agriculture. Orel, 2000. Pp. 145 .
 5. Lobkov V. T., Konoshina S. N. Allelopathic soil properties as a factor of fertility. Agricultural biology 2004. No 3. Pp. 67-71.
 6. Matveyev N. M. Allelopathy as a factor of ecological environment. Samara: Books' Publishing House, 1994.
 7. Prudnikova E. G., Khilkova N. L. Influence of bioflavonoids on the physiological and biochemical processes of peas. Scientific Notes of Orel State University, 2013: Vol.3 – No.53. Pp. 209-211.
 8. Philipstova G. G., Smolych I. I. The basics of plants biochemistry. Minsk: BSU, 2004.
 9. <http://www.standartgost.ru>
-

УДК 581.1

UDC 581.1

А.Б. КРИВОШЕЕВА

научный сотрудник, Институт физиологии растений
им. К.А. Тимирязева

E-mail: positive.melody@mail.ru

Н.О. ЮРЬЕВА

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный
сотрудник, Институт физиологии растений им. К.А. Ти-
мирязева

Г.И. СОБОЛЬКОВА

научный сотрудник, Института физиологии растений
им. К.А. Тимирязева

Д.В. БЕЛЯЕВ

кандидат биологических наук, старший научный сотруд-
ник, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева

A.B. KRIVOSHEYEVA

Researcher, Timiryazev Institute of Plant Physiology
E-mail: positive.melody@mail.ru

N.O. YUR'eva

Candidate in Agriculture, Senior Researcher, Timiryazev
Institute of Plant Physiology

G.I. SOBOL'KOVA

Researcher, Timiryazev Institute of Plant Physiology

D.V. BELYAEV

Candidate in Biology, Senior Researcher, Timiryazev Institute of
Plant Physiology

РОСТ ТРАНСГЕННОГО КАРТОФЕЛЯ С КАТИОН-ПРОТОННЫМ АНТИПОРТЕРОМ HvNHX2 ПРИ ЗАСОЛЕНИИ

THE GROWTH OF POTATO WITH CATION-PROTONIC ANTIPOorter HvNHX2 IN CASE OF SALINITY

В работе изучалось действие NaCl на рост трансгенных растений картофеля, экспрессирующих вакуолярный антипортер ячменя. Анализировали изменение морфометрических показателей трех независимых линий, а также накопление ионов натрия и калия побегами и корнями растений in vitro.

Ключевые слова: картофель, $\text{Na}^+, \text{K}^+/\text{H}^+$ - антипортер, солеустойчивость, генетическая инженерия.

We studied the influence of NaCl on the growth of potato plants expressing barley vacuolar antiporter. We analyzed changes morphometric values in the independent lines and sodium, potassium ions content in plant shoots and roots in vitro.

Keywords: potato, $\text{Na}^+, \text{K}^+/\text{H}^+$ - antiporter, salinity resistance, genetic engineering.

Засоление почв оказывает ингибирующий эффект на рост и биологическую продуктивность растений, что ведет к снижению уровня урожайности многих сельскохозяйственных культур. Устойчивость растений к засолению определяется фактически их способностью поддерживать концентрацию иона натрия в цитоплазме на достаточно низком уровне. Одной из наиболее эффективных стратегий поддержания низкого содержания иона натрия в цитоплазме является компартментация его в вакуоли, что позволяет не только уменьшить содержание ионов натрия в цитоплазме, но и понизить осмотический потенциал вакуоли для поддержания тургора и растяжения клеток в условиях солевого стресса [1].

В настоящее время считается, что за транспорт ионов натрия в вакуоль растений ответственны катион-протонные антипортеры группы NHX семейства CPA1 [2]. Первые исследования свидетельствовали о специфичности антипортеров данной группы к Na^+ [2, 3], более поздние работы показали, что данные антипортеры могут также катализировать K^+/H^+ -обмен [4]. Сверхэкспрессия NHX-антипортеров в арабидопсисе, табаке и томатах приводила к повышенной солеустойчивости трансгенных растений [2]. Однако многие физиологические особенности данного эффекта остаются неясными.

В данной работе была проверена реакция на засоление трех трансгенных линий картофеля, экспрессирующих ген вакуолярного катион-протонного антипортера ячменя *HvNHX2* [5].

Объект и методы исследования. Объектом исследования служили контрольные растения картофеля сорта Юбилей Жукова и трансгенные линии 172, 177, 181, по-

лученные Ф. Баят с соавторами [5].

Растения выращивали на среде для черенкования (соли МС, пиридоксин (1 мг/л), тиамин (1 мг/л), сахара (20 г/л), агар-агар (0.7%)) в климатической камере при температуре 22-24°C, влажности 75%, освещенности 6 клк и 16-часовом фотопериоде.

Тотальную ДНК картофеля выделяли методом СТАВ. Для обнаружения гена *HvNHX2* в трансгенных растениях проводили ПЦР с прямым NHXF (5'-GGGATGGATGCATTGGAC-3') и обратным NHXR (5'-CCCCACAAGCTCGCCGTAA-3') праймерами. Длина амплифицированного фрагмента составляла 450 п.н. ПЦР проводили в объеме 25 мкл в ПЦР-амплификаторе Терцик («ДНК-технология», Россия) со следующими параметрами: 2 мин при 94°C, затем 30 циклов ПЦР, состоящих из 1 мин денатурации при 92°C, 1 мин отжига при 68°C и 1 мин синтеза при 70°C, затем 10 мин при 70°C. Состав реакции: 50 нг геномной ДНК картофеля, 50 мМ KCl, 10 мМ Трис-HCl (pH 8.3), 1.5 мМ MgCl_2 , 200 мкМ dNTPs, 1.25 U Taq ДНК-полимеразы и 25 пмоль каждого праймера.

Тотальную РНК выделяли из листьев растений картофеля и обрабатывали DNase I («Ферментас», Литва) для удаления геномной ДНК. Обратную транскрипцию осуществляли при помощи М-МуLV-обратной транскриптазы («Ферментас», Литва) с ген-специфичным обратным праймером NHXR. Для последующей ПЦР использовали 1 мкл первой цепи кДНК с ген-специфичными праймерами NHXF и NHXR при следующих условиях: 2 мин при 94°C, затем 30 циклов, состоящих из 1 мин при 92°C и 1 мин при 70°C, затем

10 мин при 70°C в Терчик. Продукты ПЦР были разделены в 1% агарозном геле в 0.5× TAE буфере.

Уровень устойчивости растений картофеля к действию 150 мМ NaCl оценивали с использованием вырезанных из средней части асептических растений сегментов стебля с одной пазушной почкой. Для оценки использовали по 8 стеблевых эксплантов на вариант. Каждый черенок с одним листом и одной пазушной почкой выращивали в пробирке 2 × 20 см с 15 мл со средой для черенкования, содержащей 150 мМ NaCl. На 28 день определяли длину побега и основного корня, сырую и сухую биомассу побега и корней. Содержание K⁺ и Na⁺ определяли с помощью пламенного фотометра FP640 (“Leki Instruments”, Финляндия).

Результаты исследования

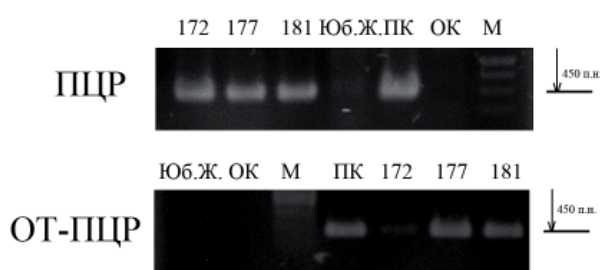


Рис. 1. Электрофореграмма фрагментов ДНК, полученных при ПЦР и ОТ-ПЦР линий, экспрессирующих ген *HvNHX2*. 172, 177, 181 – трансгенные линии, Юб.Ж. – контрольные нетрансформированные растения сорта Юбилей Жукова, ОК – положительный контроль, ОК – отрицательный контроль вода, М – маркер молекулярной массы.

Линии картофеля 172, 177, 181 были проанализированы методом ПЦР на наличие в составе их геномов

интегрированной последовательности перенесенного трансгена *HvNHX2*. Полученная в результате анализа электрофореграмма соответствующих фрагментов ДНК приведена на рис.1а и подтверждает вставку трансгена в геном картофеля.

Анализ электрофореграммы фрагментов ОТ-ПЦР (рис.1б) доказывает, что трансген экспрессируется в изучаемых линиях картофеля.

Для определения уровня солеустойчивости различных линий и сортов картофеля в лабораторных условиях эффективно использование оценки роста на соли черенков стебля с одним листом и пазушной почкой, такая оценка хорошо коррелирует с полевыми опытами оценки урожайности картофеля при засолении [6]. В нашем эксперименте полученные данным методом результаты оценки роста трансформантов и контрольных растений сорта Юбилей Жукова показали значительное снижение развития как корневой системы, так и побега в присутствии 150 мМ NaCl.

Представленные в табл.1 результаты свидетельствуют о снижении длины побега контрольных растений на 67%, трансгенных растений на 83% (172 линия), 60% (177 линия), 67% (181 линия) при росте на соли по сравнению с ростом без стрессового фактора.

Присутствие в среде избытка NaCl резко снижало число образовавшихся корней, а именно с 20-30 шт. на контрольной среде до 1-2 шт. на 150 мМ NaCl. Длина корня на соли линий 177 и 181 была выше, чем у контрольного сорта и линии 172.

В содержании воды в побегах контрольных и трансгенных растений под действием соли не было до-

Таблица 1.

Морфометрические параметры и содержание воды трансгенными линиями по сравнению с исходным сортом Юбилей Жукова

Вариант среды	Контроль – нетранс- формированные растения сорта Юбилей Жукова	Линии картофеля со встройкой гена HvNHX2					
		172	% от контроля	177	% от контроля	181	% от контроля
Длина корня, мм							
среда без внесения NaCl	71,0±2,0	76,6±4,3	108	79,0±4,1	111	106,0±7,8	151
150 мМ NaCl	54,0±2,5	49,0±4,1	91	72,8±3,0	135	73,0±8,9	135
% от значения для данной линии на среде без внесе- ния NaCl	77	64		98		69	
Длина побега, мм							
среда без внесения NaCl	177,6±5,8	242,0±6,5	136	210±5,0	118	220,0±3,5	124
150 мМ NaCl	59,3±6,2	40,0±3,5	67	79,4±3,7	134	73,0±3,8	123
% от значения для данной линии на среде без внесе- ния NaCl	33	17		40		33	
Содержание воды в побеге, %							
среда без внесения NaCl	93,00±0,43	92,01±0,23	99	92,24±0,30	99	92,15±0,14	99
150 мМ NaCl	91,43±0,44	91,14±0,55	100	91,32±0,10	100	89,39±1,27	98
% от значения для данной линии на среде без внесе- ния NaCl	98	99		99		97	

стоверного отличия. Необходимо отметить, что при воздействии 150 мМ в течение 4 недель оводненность растений понизилась незначительно по сравнению с растениями, не подвергавшимся стрессу, что может быть объяснено тем, что эксперимент проводили *in vitro* стерильно под фольгой в насыщенной водой атмосфере.

Сравнение данных о накоплении сырой биомассы (рис.2а,б) в присутствии соли свидетельствует о высокой степени угнетения всех изученных линий, при этом линия 172 была наиболее угнетена (в 6 раз). В данном эксперименте выделилась линия 177: все исследованные морфометрические показатели растений этой линии в условиях избытка NaCl были достоверно выше, чем у контрольных нетрансформированных растений сорта Юбилей Жукова.

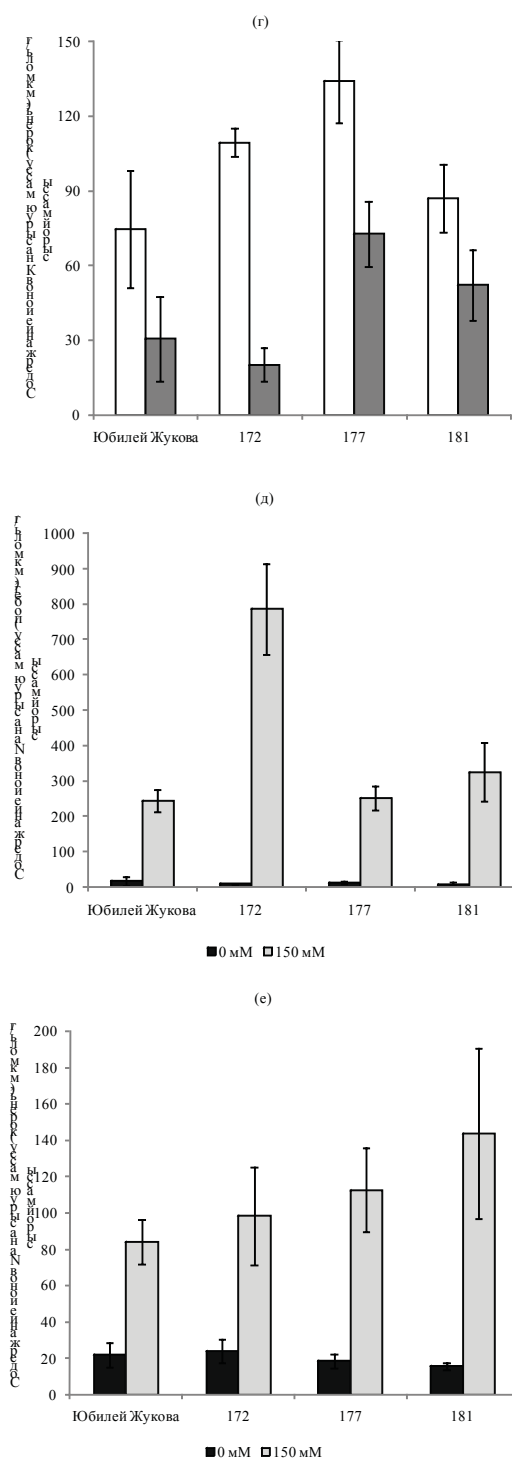
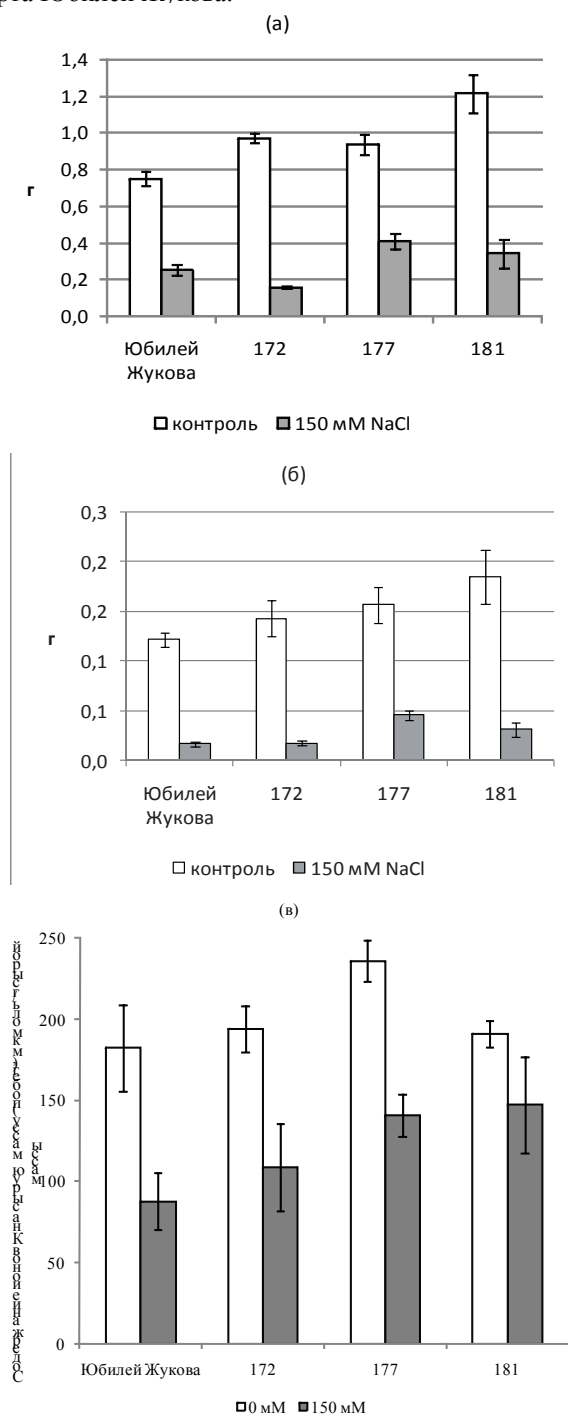


Рис.2. Сырая масса и содержание ионов калия и натрия под действием 150 мМ NaCl в трансгенных и нетрансформированных растениях картофеля. Показаны сырая масса побега (а) и корня (б), содержание ионов калия в побеге (в) и корне (г), содержание ионов натрия в побеге (д) и корне (е). Юбилей Жукова – нетрансформированные растения; 172, 177, 181 – линии, экспрессирующие трансген *HvNHX2*.

Присутствие 150 мМ NaCl индуцировало аккумуляцию ионов натрия в растениях (рис.2д,е), примечательно, что большее накопление имело место в побеге. Тем не менее, не было достоверного различия в накоплении ионов натрия нетрансформированными и трансгенными растениями, за исключением линии 172, которая

накапливала в побеге в 3,5 раза больше натрия, чем контроль, что сочеталось с высоким угнетением ростовых параметров этой линии по сравнению с другими исследованными линиями.

Как видно на рис. 2 (в, е), повышенное содержание в среде NaCl вызывало снижение содержания ионов калия в побегах и корнях всех линий. Тем не менее, растения линий 177 и 181 удерживали уровень ионов калия в стрессовых условиях выше, чем он был в контрольных нетрансформированных растениях сорта Юбилей Жукова.

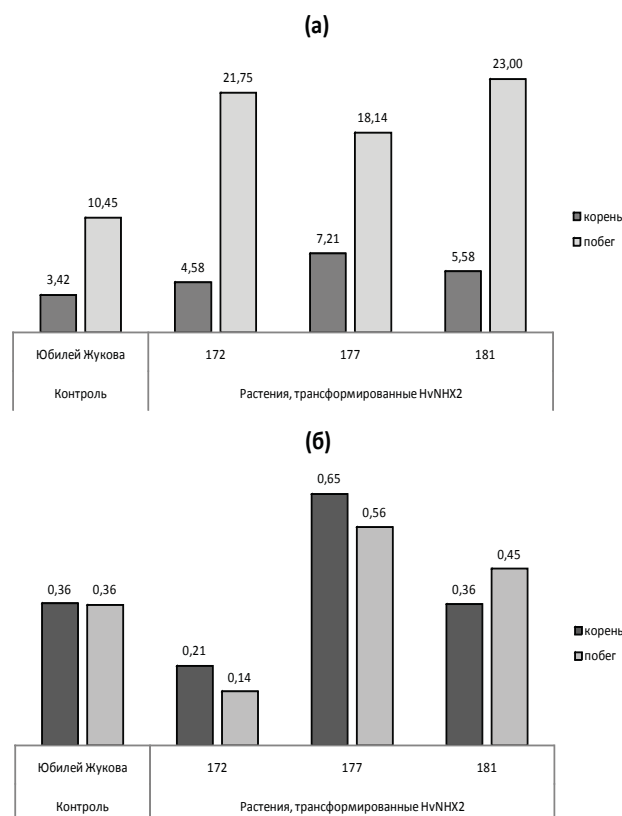


Рис.3 Соотношение K^+/Na^+ в корнях и побегах растений трансгенных линий и нетрансформированных растениях в контрольных условиях без NaCl (а) и при добавлении NaCl (б).

Анализируя отношение K^+/Na^+ (рис. 3) в побегах трансгенных линий со встроенным геном *HvNHX2*, можно сказать, что наиболее высокое соотношение характерно для линии 177, то есть для линии с наилучшими морфометрическими характеристиками.

Обсуждение результатов. Высокий уровень ионов натрия и низкое соотношение K^+/Na^+ ведут к нарушению различных биохимических процессов в цитоплазме, так как более чем 50 ферментов активируются ионами калия, а ионы натрия не могут заменить их в этой роли [7].

Физиологические и биохимические литературные данные показывают, что способность клеток противостоять повышенной концентрации соли на клеточном уровне в значительной мере связана с работой ионных транспортеров, H^+ -насосов и белков, регулирующих их активность, среди которых чрезвычайно важную роль играет Na^+/H^+ -антипортер тонопласта [2].

Ген вакуолярного антипортера ячменя *HvNHX2* был

идентифицирован А.В. Васекиной с соавт. в 2005 [8]. Позднее те же авторы показали [9], что количество белка данного вакуолярного Na^+/H^+ -антипортера в ответ на солевой стресс увеличивается в корнях и побегах устойчивого к засолению сорта ячменя, что позволило предположить участие этого белка в формировании устойчивости к соли.

Мы предположили, что экспрессия дополнительного вакуолярного антипортера в картофеле позволит увеличить эффективность Na^+/H^+ обмена на тонопласте трансгенных растений, за счет чего будет увеличена эффективность компартментации токсичных ионов натрия, и трансгенные растения будут более солеустойчивыми, чем нетрансформированные.

В настоящей работе показано, как влияет трансформация геном *HvNHX2* на рост растений картофеля при избытке NaCl.

Представленные данные (рис. 2) позволили сделать вывод, что из трех исследованных трансгенных линий картофеля одна из линий (177) достоверно была более устойчива к соли, чем нетрансформированные растения, поскольку добавление NaCl в меньшей степени, чем у других линий угнетало как развитие корневой системы, так и рост побега. В то же время в корнях и побегах растений этой линии накапливалось достоверно большее количество ионов калия, и было самым высоким соотношение K^+/Na^+ . В реакции растений линии 181 на 150 мМ NaCl не было достоверных отличий от контрольных нетрансформированных растений, однако как в контрольных условиях, так и при избытке соли морфометрические показатели растений этой линии были выше, чем у нетрансформированных растений. Наконец, растения линии 172 показали значительное снижение роста при добавлении соли, что может быть связано с высоким накоплением ионов натрия в побеге.

Изучение содержания ионов калия показало, что в побегах исследованных трансгенных линий и в корнях линий 177, 181 большее содержание ионов калия, чем в побегах и корнях нетрансформированных растений. Возможно, в растениях картофеля, экспрессирующих трансген *HvNHX2*, который подобно другим вакуолярным NHX-антипортерам может отвечать как за Na^+/H^+ , так и за K^+/H^+ обмен [2, 4], гомеостаз ионов калия может быть сдвинут в сторону увеличения его количества в вакуоли. Таким образом, закисление цитоплазмы или снижение цитоплазматической концентрации ионов калия могут служить сигналом для инициации экспрессии высокоафинных переносчиков калия в плазмалемме клетки, что может объяснить более эффективное поступление ионов калия в растение [2].

Наши данные о накоплении ионов калия в побегах при росте в условиях избытка NaCl могут говорить в пользу этого предположения, но оно, безусловно, нуждается в дополнительной проверке.

Необходимо отметить, что мы наблюдали накопление ионов калия подобное данным по накоплению в работе Rodriguez-Rosales [10], полученным при сверхэкспрессии в арабидопсисе K^+/H^+ -антипортера *LeNHX2*, что также может указывать на K^+/H^+ обмен на тонопласте

трансгенных растений.

Различия в росте трансгенных линий также могут быть вызваны позиционным эффектом инсерции гена в различные локусы генома или количеством этих вставок, как в работе *Celebi-Toprak* [11]. Возможно, более низкий рост при засолении растений линии 172 вызван инсерционной мутацией генов белков, ответственных

за поступление ионов натрия или за вывод их из клетки.

Остается ряд интересных вопросов, поэтому планируется провести серию дополнительных экспериментов по их изучению.

Авторы благодарят д.б.н. Бабакова А.В. за предоставленный ген HvNHX2.

Библиографический список (References)

1. Munns R., Tester M. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008; No59. Pp. 651-681.
 2. Rodriguez-Rosales M.P., Galvez F.J., Huertas R. et al. Plant NHX cation/proton antiporters. *Plant Signaling & Behavior*. 2009; No4. Pp. 265-276.
 3. Apse M.P., Aharon G.S., Snedden W.A., Blumwald E. Salt tolerance conferred by overexpression of a vacuolar Na⁺/H⁺ antiport in *Arabidopsis*. *Science*. 1999; 285(5431). Pp. 1256-8.
 4. Zhang H.-X., Blumwald E. Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. *Nature biotech.* 2001. 19:765768.
 5. Bayat F., Sheeran B., Belyaev D.V., etc. Increased resistance to salinity of potato plants transformed with the gene of the vacuolar Na⁺ / H⁺ antiporter barley HvNHX2. *Plant Physiology*. 2010; 57. No5. Pp. 744-755. (in Russian)
 6. Zhang Y. Donnelly. In vitro bioassays for salinity tolerance screening of potato. *Potato Research*. 1997. No 40. Pp. 285-295.
 7. Tester M., Davenport R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Ann. Bot.* 2003. No91. Pp. 503-527.
 8. Vasekina A.V., Ershov P.V., Reshetova O.S. and others. Vacuolar Na⁺ / H⁺ antiporter in barley: identification and response to salt stress.
 9. Rosliakova T.V., Molchan O.V., Vasekina A.V. et al. Salt tolerance of barley: the relationship of the expression of isoform of the vacuolar Na⁺ / H⁺ antiporter with the accumulation of ²²Na⁺. *Plant Physiology*. 2011. 58. No 1. Pp. 1-12. (in Russian)
 10. Rodriguez-Rosales M.P., Jiang X.J., Gálvez F.J. et al. Overexpression of the tomato K⁺/H⁺ antiporter LeNHX2 confers salt tolerance by improving potassium compartmentalization. *New Phytol.* 2008. No 179. Pp. 366-77.
 11. Celebi-Toprak F., Behnam B., Serrano G. et al. Tolerance to salt stress in transgenic tetrasomic tetraploid potato, *Solanum tuberosum* cv. Desiree appears to be induced by *DREB1A* gene and *rd29A* promoter of *Arabidopsis thaliana*. *Breed Sci.* 2005. No 55. Pp. 311-320.
-

УДК 636.085.532:631.243.2

UDC 636.085.532:631.243.2

М.Ю. ЛИПОВЕЦКИЙ

студент, факультет естественных наук Орловский государственный университет

В.Р. КОЧКАРЁВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Орловский государственный университет

M.U. LIPOVETSKI

Student, Faculty of Natural Sciences, Orel State University

V.R. KOCHKARYOV

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Orel State University

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СЕНА

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL SUBSTANTIATION OF IMPROVING THE TECHNOLOGY OF PREPARING HAY

В статье дана экологическая и биологическая характеристика совершенствования технологии приготовления сена в зависимости от фазы развития растений и сроков их скашивания в период сухого жаркого лета, а также в неблагоприятных погодных условиях.

Ключевые слова: корм, трава, сушка, сено, скашивание, питательная ценность, протеин, клетчатка, технология, бутонизация, цветение.

In the article the ecological and biological characteristic of improving the technology of preparing hay depending on a phase of development of plants and their terms mow in dry hot summer, as well as in adverse weather conditions is given.

Keywords: forage, grass, drying, hay, mow, nutritional value, a protein, cellulose, technology, budization, flowering.

Важнейшей экологической проблемой современного животноводства является повышение качества кормов. Снижение качества сена и других кормов обычно является следствием грубого нарушения технологии их приготовления и хранения. Качество корма – это не только его питательность, но и доброкачественность, определяемая внешним видом корма, его вкусом, запахом, цветом. Ухудшение этих показателей отрицательно влияет на продуктивность и здоровье животных, в таком корме разрушаются ценные питательные вещества. Существенное значение в питательной ценности кормов, заготавливаемых на зиму, имеет фаза развития растений.

Сено, как источник протеина, фосфора, кальция, витаминов и микроэлементов, имеет большое значение в кормлении сельскохозяйственных животных в период зимовки.

Хорошее сено должно отвечать следующим основным требованиям: иметь влажность 15-17%, зеленый цвет, большое количество листьев и соцветий и специфически сенной запах.

Приготовление сена является самым древним и распространенным способом консервирования трав. С внедрением силосования, приготовления сенажа и дегадрирования, сено как бы потеряло свою монополию, но из-за некоторых его преимуществ перед перечисленными видами кормов оно и теперь должно иметь значительную долю в зимних рационах скота.

Качество сена зависит от ботанического состава травостоя, фазы развития растений, при которой проводится сенокосение, технологии уборки и сушки трав, погодных условий в период уборки, хранения сена и др.

При сушке травы в ней происходят сложные биохимические процессы, влияющие на химический состав и содержание питательных веществ. В результате ко-

личество питательных веществ и витаминов в сене по сравнению с зеленой травой уменьшается. Сохранить каротин в сене довольно трудно, в лучшем случае остается около 10% каротина от содержания его в зеленой траве.

До недавнего времени считалось, что сравнительно невысокая цена синтетического витамина А и доступность его приобретения позволяет не уделять большого внимания сохранению каротина во всех консервированных кормах.

Правильное определение биологической фазы уборки трав имеет большое значение, так как качество сена в большей степени зависит от сроков его скашивания (табл. 1).

Таблица 1.

Мониторинг питательных веществ люцерны в зависимости от сроков скашивания

Дата скашивания	Содержание в сухом веществе, %			
	сырого протеина	сырой клетчатки	кальция	фосфора
28.04	30,80	17,30	2,00	0,49
07.05	25,40	23,75	1,76	0,44
17.05	24,20	26,30	1,33	0,41
27.05	18,90	30,30	1,31	0,33
06.06	16,20	34,80	1,83	0,25

Как явствует из приведенных данных, за период эксперимента содержание сырого протеина снизилось с 31 до 16 %. Одновременно так же быстро возрастает содержание сырой клетчатки с 17 до 35%.

Вопрос об оптимальном сроке скашивания касается не только размера урожая с единицы площади. Необходимо учитывать и то, что чем раньше проведено скашивание, тем нежнее корм. Сено молодых трав практически не нуждается в дополнительной подготовке к скармливанию животным. Поэтому следует находить эколого-экономический компромисс между качеством

корма и урожаем. Таким компромиссом является скашивание в фазе бутонизации, непосредственно перед появлением первых цветков. Начало цветения является переломным моментом, после которого резко снижается питательность бобовых трав. Поэтому скашивание люцернового травостоя на сено следует проводить до начала цветения. Сено, приготовляемое из молодой травы, при механическом воздействии рабочих органов машин теряет сравнительно мало листьев.

Особенностью заготовки сена является правильная технология методов сушки трав, которые значительно уменьшают потери питательных веществ. Жарким летом скошенная люцерна в прокосах подвяливается за 6-8 часов до влажности 40-45%, затем сгребается в валки, где за 10-12 часов подсыхает до влажности 20-25%, после чего подбирается пресс-подборщиком и прессуется в тюки или рулоны.

Практически приготовление сена в условиях сухого жаркого лета укладывается в одни сутки. Однако при этом есть некоторые особенности, соблюдение которых позволит усовершенствовать заготовку корма в поле. Для этого рекомендуется скашивание травы проводить с раннего утра с оставлением в прокосах до просыхания травы, когда еще не происходит опадения листочков, провести сгребание в валки. В валках трава в течение дня и всей ночи подсыхает до влажности, позволяющей проводить ее подбор. Пресс-подборщик должен начинать прессование сена в тюки с раннего утра следующего дня и заканчивать до наступления дневной жары. Выполнение этих мероприятий во времени и в порядке их проведения способствует сохранению питательной ценности заготавливаемого корма. Проведенное нами исследование качества заготовленного сена свидетельствует о получении высококачественного корма. Питательность 1 кг абсолютно сухого сена составляет 0.58-0.88 кормовых единиц, в котором содержится 130-168 г перевариваемого протеина и 24,7- 27,9 мг каротина (табл. 2).

Питательность сена из люцерны во многом зависит от сохранности листьев на растениях, так как они наиболее богаты питательными веществами.

В сравнении со стеблями листья содержат в 3-3.5 раза больше протеина, в 9-10 раз – каротина и в 2.5-3 раза меньше клетчатки. В них в 3.5 раза больше натрия и кальция, в 1.5 раза – фосфора.

Таблица 2.

Химический состав и питательная ценность сена
(в% к абсолютно сухому веществу)

Показатели	Люцерна скошенная в фазе:	
	цветения	бутонизации
Сырой протеин	18,68	15,71
Сырая клетчатка	40,20	24,50
Сырой жир	3,87	1,97
Безазотистые экстрактивные вещества	27,00	47,72
Каротин, мг/кг	24,70	27,90
В 100 кг содержится: кормовых единиц, кг	58,51	88,12

Следовательно, для получения высококачественного сена из люцерны рекомендуется ее скашивать в фазе бутонизации, когда уровень обменной энергии (ОЭ) находится в пределах 8,78-9,37 МДж в 1кг сухого вещества.

С целью совершенствования заготовки сена в неблагоприятных погодных условиях должно найти широкое применение химическое консервирование. Нами проводилось исследование по химическому консервированию сена из люцерны, которое заготавливали из сырья с повышенной влажностью. В опыте в качестве химконсервантов использовались аммиачная вода, поваренная соль и их смесь в дозе 1.0%. Консервирование сена производилось по следующей технологии: люцерну скашивали в фазе бутонизации – начале цветения. Скошенная масса проявлялась в валках до влажности 30-35% , после обработки химконсервантами ее прессовали в тюки и доставляли к месту хранения.

Контролем служили прессованное сено обычной заготовки с влажностью 16-18% и необработанное – с влажностью 30-35%. Прессованное сырье более высокой влажности, чем при обычной технологии его заготовки, значительно снижает крошимость растений и, следовательно, предотвращает потери листовой их части, повышает сохранность протеина (табл.3).

Через 4-6 месяцев хранения в 1кг абсолютно сухого вещества химически консервированного сена содержалось 0.64-0.65 к.ед., 141-142 г переваримого протеина, 18-22 г сахара, 37-50 мг каротина. По содержанию кормовых единиц и протеина такое сено приближается к витаминной травяной муке.

В сене с влажностью 16-18% в 1 кг абсолютно сухого вещества содержалось 0.58 к.ед., 89 г переваримого

Таблица 3.

Питательность химически консервированного сена, заготовленного из люцерны с влажностью 30-35%

Варианты	Доза химконсервантов, %	В 1 кг содержится			
		кормовых единиц, кг	переваримого протеина, г	сахара, г	каротина, мг
Сено с обычной влажностью 16-18%	-	0,58	89,0	15,6	24,4
Сено без химконсервантов	-	0,57	110,0	11,0	18,2
Сено, обработанное аммиачной водой	1,0	0,64	142,0	18,3	50,0
Сено, обработанное поваренной солью (30% р-р)	1,0	0,64	141,0	21,0	37,4
Сено, обработанное смесью аммиачной воды и поваренной соли в соотношении 1:1	1,0	0,65	141,0	22,0	41,0

протеина, 16 г сахара и 24 мг каротина.

В 1 кг абсолютно сухого вещества необработанного сена содержалось 0.57 к.ед., 110 г переваримого протеина, 11 г сахара и 18.2 мг каротина.

Таким образом, в сухом веществе химически консервированного сена по сравнению с сеном обычной заготовки увеличился выход кормовых единиц на 11-12%, переваримого протеина на 37-29%, сахара в 1.6-2.3 раза, каротина в 2.0-2.8 раза.

При заготовке сена на естественных кормовых угодьях все более широкое применение находит технология прессования сена в рулоны. Внедрение этой технологии создает реальные возможности повышения качества сена и механизации всех операций по заготовке и раздаче его животным. В комплекс машин по заготовке прессованного в рулоны сена входят пресс-подборщик ПРП-1.6 (образует рулоны массой до 500 кг), приспособление ППУ – 0.5 для погрузки рулонов и измель-

читель ИРТ-165 для измельчения рулонов сена перед скормливанием на ферме. В период сенозаготовки, когда температура воздуха достигает 25-26°C, а влажность свежескошенной травы не превышает 60%, весь процесс укладывается в один или два дня. Для повышения сохранности питательных веществ естественного травостоя прессование его в рулоны проводят с несколько повышенной влажностью до 30%. Хранят рулоны вблизи животноводческих ферм на специально оборудованных кормовых площадках для зимнего использования, а для осеннего скормливания рулоны оставляют на местах скашивания в хорошо продуваемых местах, на ровных возвышенностях. Питательность 1 кг естественного сена по нашим данным составляет 0.55-0.60 кормовой единицы, содержание протеина до 10%, каротина до 10-15 мг/кг. Зеленый цвет и душистый запах сена в рулонах сохраняется до весны.

УДК 631.5/9:631.147

UDC 631/9:631.147

Л.А. НЕЧАЕВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, лаборатория агротехнологии, Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур

О.В. ОСТРИКОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра почвоведения и прикладной биологии, Орловский государственный университет

E-mail: ostrikov_au@mail.ru

В.И. КОРОТЕЕВ

кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель, Департамент сельского хозяйства Орловской области

А.Н. МОРДОВИН

руководитель, Национальный союз производителей ячменя, солода, хмеля и пивобезалкогольной продукции

L.A. NECHAEV

Doctor of Agricultural Sciences, professor, All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

O.V. OSTRIKOVA

Candidate of agricultural sciences, associate professor, Chair of soil science and applied biology Orel state university

E-mail: ostrikov_au@mail.ru

V.I. KOROTEEV

Candidate of agricultural sciences, the head of Department of agriculture of Orel region

A.N. MORDOVIN

head of the National union of growers of barley, malt, hop and beer-nonalcoholic production

БИОЛОГИЗАЦИЯ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ*

BIOLOGIZATION IN ADAPTIVE-LANDSCAPE AGRICULTURE

В статье представлены результаты исследований по изучению биологических приемов агротехнологий при возделывании сельскохозяйственных культур. С обоснованием даются новые определения наиболее распространенных терминов: земледелие, агроландшафт, агроэкосистема, агроценоз, система земледелия, севооборот, точное земледелие.

Ключевые слова: агротехнология, удобрения, бобовые и зернобобовые культуры, зернопаропропашной севооборот, сидерат, плодородие почв.

The results of researches on studying of biological methods of agrotechnologies at cultivation of crops are presented. With substantiation new definitions of the most widespread terms are given: agriculture, agrolandscape, agroecosystem, agrocnosis, agriculture system, crop rotation, exact agriculture.

Keywords: agrotechnology, fertilizings, pod-bearing plants and leguminous crops, grain-black fallow crop rotation, green manure crop, fertility of soils.

Актуальность исследований

Изучение состояния и тенденций развития мирового земледелия и аграрной науки в целом (1, 4...9, 14, 16 и др.) показывает, что основное современное направление развития полеводства – адаптивно-ландшафтное и точное земледелие. Тем не менее, среди ученых и производителей не существует общепринятой трактовки основных терминов и определений, характеризующих приемы используемой ими системы земледелия. Это требует обоснования основных терминов адаптивно-ландшафтного земледелия.

Цель исследований заключается в обосновании, уточнении и разработке самых распространенных в современных системах земледелия и его биологизации терминов и их определений, а также определяется влияние зернобобовых культур на плодородие почв.

Приведем наше понимание таких терминов, дадим им наши определения.

Земледелие – не только биологический объект, но и экологическая система, связанная с биосферой, поэтому его влияние на окружающую среду огромно. Чистота почвы и воды, продукции и воздушного бас-

сейна во многом зависят от методов, которыми ведётся земледелие и восстанавливается (воспроизводится) плодородие почв, а также от того, в каких формах создаются агроландшафты, их агроценозы и т.д. **Земледелие** – средство управления режимами агроландшафта при рациональном природопользовании, использовании антропогенных ресурсов с наименьшими затратами для получения сельскохозяйственной продукции. Это ландшафтное земледелие, основы которого заложены трудами А.Т. Болотова, В.В. Докучаева, А.А. Измаильского, П.А. Костычева, Д.Н. Прянишникова, Н.М. Тулайкова, А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова, А.М. Лыкова и др.

Агроландшафт – пейзаж сельской местности, включающий природные и антропогенные объекты, агроэкосистемы, биогеофитоценозы, агроценозы, фации и урочища, производственные и населённые пункты, их инфраструктура. Это антропогенная деятельность с инфраструктурой территории.

Агроценоз – искусственно создаваемое человеком на относительно продолжительное время, особое по составу и структуре неустойчивое сообщество культур.

Агроэкосистема – природный и сельскохозяйствен-

* Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства Образования и науки РФ Орловскому государственному университету, проект № 1506 «Эволюция экосистем Среднерусской возвышенности в ближайшем геологическом прошлом, настоящем и прогноз их развития в условиях климатических изменений».

но освоенный комплекс, включающий создаваемые человеком агроценозы и природные биогеоценозы. Это составная часть агроландшафта сельской местности, «человеченные» экосистемы.

Система земледелия – комплекс приёмов и методов управления взаимосвязанными объектами, структурами и режимами агроэкосистем агроландшафта с целью рационального использования природных и антропогенных ресурсов для воспроизводства плодородия почв, получения высоких урожаев и качественной продукции, охраны окружающей среды.

Севооборот – комплекс организационно-хозяйственных и земледельческих приёмов, способов и технических средств для формирования структуры и состава агроландшафта с учётом адаптивно-ландшафтных и агробиологических свойств почв, культур и их сортов, особенностей природных и антропогенных ресурсов при их рациональном использовании.

Точное земледелие – система экологически и экономически эффективного использования почвенных, земельных и антропогенных ресурсов с учётом пестроты почвенного покрова и уровня плодородия почв полей или земельных участков, агробиологии возделываемых культур и их сортов с использованием ГИС-технологий.

Научный и производственный опыт показывает, что получение высоких урожаев доброкачественной растениеводческой продукции немислимо без удовлетворения сельскохозяйственных культур в необходимых жизненных факторах. Прянишников Д.Н. в 1907 г. обосновал, что, зная потребности растения и свойства среды его обитания, мы сумеем определить приёмы плодотворного воздействия на эту среду (одновременно и на сами растения), чтобы согласовать свойства среды (почв и т.д.) с потребностями растений. Крупнейший в мире биолог академик Н.И. Вавилов обоснованно считал, что химизация земледелия ставит в первую очередь вопрос о селекции и семеноводстве на отзывчивость сортов культур к удобрениям. Это мнение великого учёного актуально, злободневно и поныне.

Принципиально отметим, что в современном сельскохозяйственном производстве научными учреждениями и производителями ещё далеко не изучены, не исчерпаны возможности новых и уже районированных сортов возделываемых сельскохозяйственных культур. На наш взгляд, это в первую очередь объяснимо различиями в почвенном покрове, уровне плодородия почв и земельных массивов регионов России. Это создаёт, во-первых, по регионам природную несбалансированность элементов питания растений и, во-вторых, повсеместно наблюдаемое несоблюдение оптимальных агротехнологий и мер защиты растений, загрязнение окружающей среды и увеличение энерго- и ресурсных затрат на каждую дополнительно получаемую пищевую калорию (за счёт азотных – 20...60%, фосфорных – 70...80%, калийных – >50% удобрений, до 60...90% поливной воды), а потенциальная урожайность сортов и гибридов культур реализуется только на 20...30%. Наблюдаемое резкое сокращение числа возделываемых растений с широким использованием генетически однородных сортов и ги-

бридов и применением пестицидов способствовало появлению более агрессивных и вирулентных патогенов, усилило вредоносность насекомых и сорняков и деградацию почв. При этом отметим, что начиная с первых систем земледелия (подсечно-огневая и др.) проводились работы по воспроизводству плодородия почв, а возделывание культур производилось на основе учёта агрофизических и агрохимических свойств почв, рельефа, погодных условий, макро- и микро климата.

Современные экологические и экономические проблемы требуют значительных изменений агротехнологий в сторону их биологизации и ресурсосбережения с обеспечением рентабельности сельскохозяйственного производства. Многообразие видов организмов в агроэкосистеме обеспечивает устойчивое развитие составляющих её агроценозов, а многообразие элементов можно обеспечить чередованием во времени и пространстве посевов в севообороте различных культур. Учёными и практиками признаётся, что почвоутомление не ликвидируется в севообороте с большим насыщением одной группы и необоснованным внесением как органических, так и минеральных удобрений. Большая разнокачественность культур, научно и производственно обоснованная смена возделываемых агрофитоценозов во времени и пространстве создают условия для продуктивного использования потенциала возделываемых в хозяйстве и регионе культур. Причём биологизацию и экологизацию (основную современную тенденцию) нынешнего земледелия специалисты напрямую связывают с бобовыми и зернобобовыми культурами. Их роль в средообразующем процессе агротехнологий определяется положительным влиянием на плодородие почв и их микробиологию, на азотный режим и гумус. Это обусловлено их способностью симбиотической азотфиксации, благодаря которой в почве остаётся до 7...8 т/га корневых и пожнивных остатков, до 260 кг/га азота, 20...40 кг/га фосфора и калия, некоторые микроэлементы.

Бобовые и зернобобовые культуры за счёт симбиотической фиксации атмосферного азота оставляют его последующим культурам, они вовлекают в круговорот трудно доступные для других растений формы фосфора, калия, кальция в пахотном, подпахотном и нижележащих (до 2 м и более) горизонтах почв. За счёт этого специалистами снижаются дозы внесения в севооборот минеральных удобрений, уменьшается миграция в почвах минеральных элементов питания растений в грунтовых и сточных водах, создаются условия для производства экологически безопасной и высококачественной продукции.

Многолетними исследованиями ВНИИЗБК (1975...2013 гг.) выявлена особенность агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах с однолетними и многолетними бобовыми и зернобобовыми культурами, которая позволяет применять приёмы уменьшения глубины обработки на суглинистых почвах и сокращать их на песчаных и супесчаных почвах, что делает севообороты с этими культурами энерго- и ресурсосберегающими, воспроиз-

водящими плодородие почв.

Выявлено, что по содержанию растительного белка 1 ц семян люпина равноценен 4,8 ц зерна ячменя, 5,8 ц овса, 5,9 ц кукурузы. Коэффициент переваримости (КП) и биологической ценности (БЦ) семян зернобобовых культур (%) равен: КП гороха – 70...91; сои – 76...81; люпина – 80...89; БЦ гороха – 48...67; сои – 64...80; люпина – 67...78. Установлена высокая эффективность зернобобовых культур как предшественника на плодородие почв и урожайность культур в звене севооборота: горох – озимая пшеница – гречиха.

Более высоким накоплением корневых и пожнивных остатков, а также высоким содержанием в них NPK обладают люпин и кормовые бобы, несколько меньшим – фасоль и наименьшим – горох и вика.

Установлено, что наибольшее участие корневых и пожнивных остатков бобовых культур в приходной части баланса элементов минерального питания растений в севообороте наблюдается при насыщении его бобовыми культурами площадью в севообороте 33%, где одно из полей занято многолетней бобовой культурой клевером, и на 50%, когда одно поле севооборота с бобовыми используется на сидерат.

Особая роль зернобобовых культур заключается в повышении микробиологической и ферментативной активности почв. Благодаря им усиливается создание оптимальных условий приёмов агротехнологий возделывания следующих за ними культур (обработки почвы, посев, уход за посевами). В таких условиях после уборки зернобобовых культур в почве к осени накапливается значительное количество легкогидролизуемого азота, что свидетельствует о глубоких изменениях в составе азотистых веществ почвы – повышается подвижность органического вещества почвы, освобождаются доступные растениям азотистые соединения, происходит положительное изменение факторов потенциального и эффективного плодородия почвы (в основном за счёт смены микробных ассоциаций, проводящих разложение и синтез органического вещества почв, что позволяет зернобобовым культурам иметь в севообороте бездефицитный баланс азота (таблица)).

Многолетними исследованиями установлено, что даже при внесении за 2 ротации зернопаропашного севооборота 80 т/га навоза вынос азота с урожаем не компенсируется и дефицит составляет 118 кг.

Севооборот с зернобобовыми культурами (ЗБК) позволяет в 3 раза улучшить баланс азота в вариантах без удобрений и накапливать 150 кг азота, из них 44 кг симбиотического в вариантах с удобрениями.

На основании анализа поступления и выноса питательных веществ в 5 схемах севооборотов (1 – пар черный, озимая пшеница, картофель, кукуруза на силос, озимая рожь, гречиха; 2 – клевер 1 года пользования, озимая пшеница, гречиха, горох, озимая рожь, овес + клевер; 3 – горох, озимая пшеница, картофель, вика-овес, озимая рожь, гречиха; 4 – пар сидеральный (люпин), озимая пшеница, горох, вика-овес, озимая рожь, гречиха; 5 – кукуруза на силос, озимая пшеница, картофель, горох, озимая рожь, гречиха) были сделаны расчеты их баланса за одну ротацию севооборота. Установлено, что введение в севооборот зернобобовых культур оказывает существенное влияние на баланс в них элементов минерального питания вообще и азота в особенности. Наибольший положительный баланс азота получен в варианте при насыщении зернобобовыми культурами в 50%, при этом одно поле зернобобовых использовано на сидерат. При одинаковой насыщенности севооборота зернобобовыми в 33,3% (2 и 3 севооборот), то по клеверу (2 севооборот) имеет место положительный баланс азота с более высоким количеством вовлеченного в круговорот симбиотически фиксированного азота по сравнению с двумя однолетними зернобобовыми культурами (3 севооборот). Если в севообороте одна зернобобовая культура (5 севооборот), то положительного баланса азота нет, а доля симбиотически фиксированного азота незначительна и практического значения не имеет. Такие же процессы наблюдаются и в 1 севообороте.

По всем севооборотам валовый баланс фосфора положительный, а эффективный (бездефицитный) – только в севообороте с сидератом. В остальных севооборотах он с некоторым дефицитом, наибольшая величина которого наблюдается в 3 и 5 севооборотах.

Положительная роль зернобобовых культур как предшественника для других культур севооборота и воспроизводства плодородия почв проявляется лишь тогда, когда они сами возделываются при оптимальных условиях для симбиотической фиксации атмосферного азота. Тогда без дополнительного внесения азотных удобрений под следующие за ними культуры можно по-

Таблица.

Влияние зернобобовых культур на баланс азота в зернопаропашном севообороте (за 2 ротации)

Варианты опыта		Вынос N урожаем основ. и побоч. продукции за 2 ротаци. с/о, кг	Поступл. N за 2 ротаци. с/о, кг	Баланс N		Емкость баланса, кг	
удобрения	севообороты			всего за 2 ротаци. с/о	кг/га	всего	в т.ч. симбиотич.
Без удобрения	без ЗБК	1045	625	-420	-35	49	-
	с ЗБК	1477	1294	-133	-11	230	40
Навоз 80 т/га Р660 К660 за 2 ротаци. с/о	без ЗБК	1147	1029	-118	-10	181	-
	с ЗБК	1576	1716	+150	+13	274	44

лучать прибавку урожая: озимой пшеницы – 6...9 ц/га, гречихи – 2...5 ц/га, ярового ячменя – 4...6 ц/га. То есть размеры симбиотического азота составляют 60...90 кг, что эквивалентно 30...60 кг/га минерального азота, вносимого под культуры севооборота.

Наблюдениями установлено, что при использовании зернобобовых культур на сидерат процент разложения их органического вещества больше, чем при их использовании на зеленую массу. Наибольшая биологическая активность наблюдалась в посевах озимой пшеницы (53,8%) и картофеля (64,8%), которые размещались по люпину на сидерат, а соответственно, 48% и 51,6% при размещении их по горчице на сидерат, или на 5% и 13,2% меньше. Наименьшая биологическая активность отмечена по чистому пару. Следовательно, зернобобовый предшественник, как в виде зеленой массы, так и в виде сидерата, способствует увеличению численности микроорганизмов и повышению биологической активности почв.

Выявлено, что наибольший баланс азота (22%) создавался в севообороте с тремя зернобобовыми культурами (люпин на сидерат, горох, вика-овес). При наличии в севообороте двух зернобобовых культур (горох и клевер или горох и вика-овес) устойчивый положительный баланс азота с большей долей в нем симбиотического азота создавался с клевером (при практически одинаковой в севооборотах продуктивности зерновых культур). В севообороте с одной зернобобовой культурой (горохом) баланс азота наблюдался отрицательный, а доля симбиотически фиксированного азота незначительная

и практического значения не имеет. Баланс фосфора и калия во всех севооборотах, кроме севооборота с сидеральным паром, наблюдался отрицательным, что требует увеличения вносимых доз фосфорно-калийных удобрений (для поддержания положительного баланса этих элементов в последующих ротациях севооборота). Расчеты показывают, что за счет зернобобовых культур в агроценозах и агроэкосистемах с зерновыми злаками и другими культурами улучшается качество корма: балансируется сахарно-протеиновое отношение (с 85 до 138 г протеина на кормовую единицу), увеличивается содержание протеина (с 7,4...11,4% до 14,5...18,1%), каротина (с 80...120 до 230...250 мг/кг), фосфора (с 1,79% до 2,04%) по сравнению с компонентами в отдельности.

Выводы

1. Регулярно используемые в адаптивно-ландшафтном земледелии бобовые и зернобобовые культуры за счет симбиотической фиксации атмосферного азота строят свой организм и оставляют его следующим за ними в севообороте культурам.
2. Бобовые и зернобобовые культуры вовлекают в круговорот труднодоступные для других растений возделываемых культур формы фосфора, калия и кальция глубиной до 2 м и более горизонтов почв. Это позволяет снизить дозы внесения и миграцию в почвах севооборота минеральных и органических удобрений, создавать условия для широкого и эффективного производства экологически безопасной продукции.

Библиографический список

1. Агроэкологические принципы земледелия Сб. научн. тр. Под ред. ак. И.П.Макарова, ак. А.П.Щербакова. М: Колос, 1993, 264 с.
2. Беляк В.Б., Балахнова В.И. Продукционная и средообразующая оценка кормового севооборота из бобово-злаковых смесей. // Кормопроизводство, 2009, №11. С. 12...15.
3. Виноградов Д.В. Приемы повышения урожайности яровой сурепицы в условиях южной- части Нечерноземной зоны. Монография. Рязань: РГАТУ, 2008. 112 с.
4. Капитанов А.Н. Научные основы современных систем земледелия. М: Агропромиздат, 1988, 320 с.
5. Нечаев Л.А., Черкасов Г.Н., Коротеев В.И. Продуктивность зернопаропропашного севооборота и агрохимические свойства темно-серой лесной почвы в зависимости от зернобобовых культур, удобрений и способов основной обработки почвы //Агрохимия, 2013, №1. С. 3...17.
6. Зотиков В.И., Нечаев Л.А., Буянкин И.И., Красноперов А.Г. Способ сохранения плодородия почв путем выращивания зеленых кормов. //Патент на изобретение, №2478301, 10 апреля 2013 г.
7. Нечаев Л.А., Зотиков В.И. Зернобобовые культуры в биологической мелиорации почв. //М-лы Всерос. науч.-практ. конф. «Современные проблемы сохранения плодородия черноземов» (к 130-летию выхода в свет книги В.В.Докучаева «Русский чернозем» Воронежский НИИСХ 25...27 июля 2013 г. Воронеж, 2013. С. 170...179.
8. Нечаев Л.А., Зотиков В.И., Черкасов Г.Н. Регламент использования почв и земель. 1 Курское отд. МОО «Общество почв им. В.В.Докучаева» при РАН. Сб. докл. конф. «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия», Курск, январь 2013 г. Курск: ВНИИЗиПЭ, 2013. С. 202...207.
9. Нечаев Л.А., Зотиков В.И., Коротеев В.И., Анненков В.В. Экологически эффективное воспроизводство плодородия темно-серых лесных почв. 1 Курское отд. МОО «Общество почв. Им. В.В.Докучаева» при РАН. Сб. докл. конф. «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия», Курск, январь 2013 г. – Курск: ВНИИЗиПЭ, 2013. С. 208...214.
10. Плодородие почв: проблемы, исследования модели. / Почв. И-т им. В.В.Докучаева. М: 1985, 380 с.
11. Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях. Сб. научных материалов. – Орел: ПФ «Картуш», 2008, 612 с.
12. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь – справочник. Москва. «Мысль», 1990, 637 с.
13. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. Учебник по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» (Г.И.Афанасик, М.Г.Голченко, А.П.Лихачевич, Г.И.Михайлов. Под ред. А.П.Лихачевича) Минск: «Технология», 2000, 436 с.
14. Современные системы земледелия в Нечерноземной зоне (учебное пособие) /Зинченко С.И., Волощук А.Г., Григорьев А.А. и др. – Владимир: ВООО ВОИПУ «Рост», 2010. 132 с.
15. Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии (к 70-летию со дня рождения ак. А.П.Щербакова). Сб. докл. Всер. научно-практ. конф. 13...15 сентября 2001 г. Курск, 2011, ВНИЗ и ЗПЭ, - 336 с.
16. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв /Л.Л.Шишов, Д.Н.Дурманов, И.И.Карманов, В.В.Ефремов. М: Агропромиздат, 1991, 304 с.
17. Шишов Л.Л., Карманов И.И., Дурманов Д.Н. Критерии и модели плодородия почв. М: Агропромиздат, 1987, 350 с.
18. Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий. /Сб. науч. тр. Под ред. д.с.-х.н. Ю.А.Мажайского. Рязань, 2004, 666 с.

References

1. Agroecological principles of agriculture (coll. of sc. w. under the editorship of the academician I.P. Makarov, the academician A. P. Scherbakov. M:Kolos, 1993, 264 p.
2. Belyak V.B., Balakhnova V. I. Production and environment-forming assessment of a fodder crop rotation from bean and cereal mixes. // Forage production, 2009, № 11, Pp. 12 ... 15.
3. Vinogradov D. V. Methods of increase of productivity of a summer colza in the conditions of the southern – part of the Nonchernozem zone. Monograph. Ryazan: RGATU, 2008, 112 p.
4. Kashanov A.N. Scientific bases of modern systems of agriculture. M: Agropromizdat, 1988, 320 p.
5. Nechayev L.A., Cherkasov G. N., Koroteyev V. I. Productivity of a zernoparopashny crop rotation and agrochemical properties of the dark gray forest soil depending on leguminous cultures, fertilizers and ways of the main processing of the soil//Agrochemistry, 2013, №. 1, Pp. 3 ... 17.
6. Zotikov V. I., Nechayev L.A., Buyankin I.I., Krasnoperov A.G. Method of preservation of fertility of soils by cultivation of green forages. // Patent for the invention, №. 2478301, 10 of April, 2013.
7. Nechayev L.A., Zotikov V. I. Leguminous cultures in biological melioration of soils. //Materials of All-Russian scientific and practical conference “Modern problems of preservation of fertility of chernozems” (to the 130 anniversary of issue of the book of V.V.Dokuchayev “The Russian chernozem” the Voronezh NIISH 25 ... on July 27, 2013. Voronezh, 2013, P. 170 ... 179.
8. Nechayev L.A. Zotikov V. I. Cherkasov G. N. Regulations of use of soils and lands. 1 Kursk department “Society of Soils of V.V.Dokuchayev” at the Russian Academy of Sciences. Coll. of reports of conference “Agroenvironmental problems of soil science and agriculture”, Kursk, January, 2013. Kursk: VNIZ and ZPE, 2013. Pp. 202 ... 207.
9. Nechayev L.A., Zotikov V. I., Koroteyev V. I., Annenkov V. V. Ecologically effective reproduction of fertility of dark gray forest soils. 1 Kursk department “Society of soils. Of V.V.Dokuchayev” at the Russian Academy of Sciences. Coll. of reports of conference “Agroenvironmental problems of soil science and agriculture”, Kursk, January, 2013 – Kursk: VNIZ and ZPE, 2013. Pp. 208 ... 214.
10. Fertility of soils: problems, researches of model. / Soils. I-t of V.V. Dokuchayev. M: 1985. 380 p.
11. Increase of stability of production of crops in modern conditions. Coll. scientific materials. Oryol: PF “Cartouche”, 2008, 612 pages.
12. Reimers N. F. Environmental management. Dictionary reference. Moscow. “Thought”, 1990. 637 p.
13. Agricultural hydrotechnical melioration. The textbook in “Melioration and a water management” (G.I.Afanasik, M.G.Golchenko, A.P.Likhatsevich, G. I. Mikhaylov under the editorship of A.P.Likhatsevicha) Minsk: “Technology”, 2000, 436 p.
14. Modern systems of agriculture in (manual)/Zinchenko’s Nonchernozem zone S. I., Voloshchuk A.G. Grigoryev A.A. etc. Vladimir: VOOO VOIPU “Growth”, 2010. 132 p.
15. Preservation and reproduction of fertility of soils in adaptive and landscape agriculture (to the 70 anniversary since the birth of the academician A. P. Scherbakov). Coll. of reports of All-Russian scientific and practical conference 13 ... on September 15, 2001 Kursk, 2011, VNIZ and ZPE, 336 p.
16. Theoretical bases and ways of regulation of fertility soils/L.L.Shishov, D.N.Durmanov, I.I.Karmanov, V.V.Efremov. M: Agropromizdat, 1991. 304 p.
17. Shishov L.L. Karmanov I.I., Durmanov D. N. Criteria and models of fertility of soils. M: Agropromizdat, 1987. 350 p.
18. Ecological condition of environment and scientific and practical aspects of modern meliorative technologies. / Coll. of scien. works. under the editorship of doctor of agricultural sciences Yu.A.Mazhayskii. Ryazan, 2004. 666 p.

УДК 634.23:581.143.6

UDC 634.23:581.143.6

О.В. ОСТРИКОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра почвоведения и прикладной биологии, Орловский государственный университет

E-mail: ostrikov_au@mail.ru

И.Э. ФЕДОТОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой почвоведения и прикладной биологии, Орловский государственный университет

E-mail: fedotovaie@mail.ru

О.В. ЛЫКОВА

аспирант, кафедра почвоведения и прикладной биологии, Орловский государственный университет

E-mail: sirena.18@mail.ru

O.V. OSTRIKOVA

Candidate of agricultural sciences, associate professor, chair of soil science and applied biology, Orel state university

E-mail: ostrikov_au@mail.ru

I.E. FEDOTOVA

Candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the chair of soil science and applied biology, Orel state university

E-mail: fedotovaie@mail.ru

O.V. LYKOVA

Graduate student, Department of soil science and applied biology, Orel state university

E-mail: sirena.18@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ОТДАЛЁННЫХ ГИБРИДОВ ВИШНИ НА ЭТАПЕ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO**

MICROCLONAL REPRODUCTION FEATURES OF THE REMOTE CHERRY HYBRIDS AT INTRODUCTION STAGE *IN VITRO* CULTURE

*В работе представлены результаты выявления наиболее оптимальных сроков введения в культуру *in vitro* эксплантов отдалённых гибридов вишни ($2n = 3x = 24$), полученных от скрещивания районированных сортов вишни обыкновенной ($2n = 4x = 32$) и видов вишни подрода *Pseudocerasus* ($2n = 2x = 16$). Изучены признаки: степень инфицирования эксплантов, их жизнеспособность и степень развития.*

Ключевые слова: биотехнология, микрклональное размножение, культура *in vitro*, стерилизующие агенты, питательные среды, экспланты, меристемы, морфогенез, вишня, отдалённые гибриды.

*In work identification results of the most optimum introduction terms to explants *in vitro* culture of the remote cherry hybrids ($2n = 3x = 24$), which received from crossing zoned grades of cherry sour ($2n = 4x = 32$) and types of cherry subsort *Pseudocerasus* ($2n = 2x = 16$) are presented. Signs (extent of explant infection, their viability and extent of development) are studied.*

Keywords: biotechnology, microclonal reproduction, *in vitro* culture, sterilizing agents, nutrient mediums, explants, meristems, morphogenesis, the cherry, remote hybrids.

Актуальность исследований

Вишня – популярная косточковая плодовая культура, плоды которой ценны, как для потребления в свежем виде, так и для различных видов технической переработки. Промышленный сортимент вишни обыкновенной исторически развивался в основном в средней зоне плодородия РФ [8]. Но к настоящему времени в связи с изменившимися погодно-климатическими условиями вишня в условиях Центрального региона России находится в бедственном положении, практически утратила промышленное значение [9]. Эту проблему решают путём активного вовлечения в селекцию мирового генофонда подсемейства *Prunoideae* Focke [3; 5; 7; 11; 12; 13; 16; 18]. Для облегчения и ускорения традиционного селекционного процесса, а также для повышения его эффективности все чаще в селекцию вовлекают прецизионные методы биотехнологии, которые часто позволяют преодолеть трудности, возникающие при отдалённой гибридизации растений.

Среди новейших биотехнологий в селекции косточковых культур особое место занимает клональное микроразмножение отдалённых гибридов вишни, которое позволяет ускоренно размножать ценные гибридные

растения (часто стерильные или трудно размножаемые традиционными методами вегетативного размножения) и получать оздоровленный посадочный материал. К настоящему времени уже разработан ряд технологий и приёмов, повышающих эффективность клонального микроразмножения генотипов рода *Prunus* L. [1; 2; 3; 10; 20]. При этом установлено, что эффективность отдельных технологий и приёмов клонального микроразмножения во многом зависит от генотипической специфичности культивируемого экспланта. Поэтому при клональном микроразмножении ценных отдалённых гибридных форм вишни необходимо оптимизировать и совершенствовать технологии и приёмы его проведения.

При оптимизации и совершенствовании микрклонального размножения учитывают значение многих внешних факторов, которые в той или иной степени могут повлиять на конечный результат микроразмножения. Среди этих факторов особое место занимают сроки введения растительных эксплантов гибридных форм вишни в культуру *in vitro*, что обусловлено сезонностью физиологических процессов, протекающих у древесных поликарпических организмов. В настоящее время среди учёных, занимающихся микрклональ-

* Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

ным размножением вишни, нет однозначного мнения о том, какие сроки введения в культуру *in vitro* наиболее оптимальны, т.е. обеспечивают наиболее высокий процент стерильных жизнеспособных, хорошо развивающихся в культуре растений. Так, согласно данным И.Ю. Ковальчук, И.А. Волгиной и А.Х. Насибулиной, наилучшей регенерационной способности эксплантов можно добиться при введении их в культуру на стадии наибольшей интенсивности роста (май-июнь) [6]. По мнению Л.В. Фроловой [19], наименьшей степени инфицирования эксплантов можно добиться в марте, а получить высокий процент жизнеспособных и активно развивающихся эксплантов и в январе-феврале, и в июне-августе. Согласно результатам исследований Е.Н. Джигадло и М.И. Джигадло, оптимальным сроком для введения в культуру *in vitro* эксплантов вишни является декабрь-февраль [10]. Согласно нашим предыдущим данным, полученным при исследовании процесса оптимизации микроклонального размножения отдаленных гибридов вишни в летний и ранне-осенний период, было установлено, что получение стерильных жизнеспособных эксплантов меристем отдаленных гибридов вишни возможно при их вычленении как в середине июля, так и в начале сентября [17]. Однако выход стерильных жизнеспособных эксплантов в сентябре невелик (в среднем 43,3 %), а в середине лета и вовсе мал (8,89 %). В связи с этим целесообразно и весьма актуально изучить эффективность микроклонального размножения отдаленных гибридов вишни в поздне-осенний, зимний и ранне-весенний периоды.

Цель исследований – выявить наиболее оптимальные сроки введения в культуру растительных эксплантов отдаленных гибридов вишни для их дальнейшего роста и развития в условиях *in vitro*.

Условия, объекты и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории биотехнологии ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет» в 2010 – 2012 гг. Культивирование эксплантов осуществляли при температуре 23°C, освещенности 3000 люкс, фотопериоде 16 часов. В качестве эксплантов использовали меристемы верхушечных и боковых вегетативных почек изучаемых объектов. В качестве стерилизующих агентов использовали: Domestos, Лизоформин 3000, Fairy 10% , Асе-гель. В качестве источников минерального питания для отдаленных гибридов вишни использовали среды Мурасиге и Скуга (MS) и экспериментального состава (модифицированная MS). Концентрация 6-БАП в питательных средах 1 мг/л.

Изучали эффективность введения эксплантов верхушечных и боковых меристем отдаленных гибридов вишни в культуру *in vitro* в различные сроки осеннего, зимнего и весеннего периодов (по 180 штук эксплантов в варианте). Исследовали следующие сроки: 1 – октябрь (закалка растений, подготовка к глубокому зимнему покою); 2 – ноябрь (глубокий покой); 3 – декабрь (глубокий покой); 4 – февраль (физиологический покой); 5 – конец марта (выход из покоя, начало соко-

вижения). Морфогенетический потенциал генотипов оценивали по степени развития эксплантов в баллах (по 5-тибалльной шкале, разработанной И.Э. Федотовой). Инфицированность эксплантов учитывали через неделю после их введения в культуру *in vitro*, степень развития – через 3 недели. Выявляли зависимость жизнеспособности и степени развития эксплантов в зависимости от срока введения в культуру.

Объектами исследований послужили отдаленные триплоидные гибриды ($2n = 3x = 24$), полученные от скрещивания районированных тетраплоидных ($2n = 4x = 32$) сортов вишни обыкновенной (*C. vulgaris* Mill., материнские формы) — Любская, Шоколадница, Антрацитовая, памяти Вавилова и диплоидных видов подрода *Pseudocerasus* ($2n = 2x = 16$) (отцовские формы) — вишня сахалинская [*C. sachalinensis* (Smidt Fr.) Kom. et Aliss.], в. курильская [*C. kurilensis* (Miyabe) Erem. et Yushev], в. мелкопильчатая [*C. serrulata* (Lindl.) G. Don]:

форма 1-45 (Любская х *C. serrulata*);
форма 1-53 (Антрацитовая х *C. serrulata*);
форма 1-37 (Шоколадница х *C. serrulata*);
форма 2-05 (Шоколадница х *C. kurilensis*);
форма ПВх1-320 (Памяти Вавилова х *C. sachalinensis*);
форма 9-25 (*C. vulgaris* х *C. sachalinensis*).

Исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками [2; 4; 10; 14; 15].

Результаты исследований

При выявлении оптимального срока введения в культуру *in vitro* эксплантов отдаленных гибридов вишни учитывали степень их инфицирования, жизнеспособность и степень развития в искусственных условиях.

При оценке степени инфицирования эксплантов отдаленных гибридов вишни в разные сроки введения в культуру оказалось, что в среднем по всем гибридным формам наименьший процент инфицирования наблюдался при введении в культуру *in vitro* растительных эксплантов в марте (1,67 % инфицированных эксплантов) (табл. 1.). Гибридные формы 1-53 и 9-25 оказались полностью стерильными в этот срок введения в культуру. Наибольшей степени инфицирования при введении в культуру в этот период подверглась гибридная форма 2-05 (5,0 % инфицированных эксплантов).

В свою очередь, наибольшая степень инфицирования эксплантов меристем наблюдалась при их введении в культуру *in vitro* в октябре (в среднем 12,22 % инфицированных эксплантов). Для всех исследуемых гибридных форм, за исключением гибрида ПВх1-32 (3,33 % инфицированных эксплантов), именно в этот период наблюдалась максимальная степень инфицирования культивируемых растений. Средняя степень инфицирования растений отмечена при их введении в культуру *in vitro* в ноябре (в среднем по всем сортам она составила 5,56 %). Выделился в этот срок введения в культуру гибрид ПВх1-32, проявивший наибольшую степень инфицирования за весь период исследований (10,0 % инфицированных эксплантов).

Таблица 1.

Степень инфицирования эксплантов отдалённых гибридов вишни в зависимости от срока введения в культуру *in vitro*, %

Гибридная форма	Месяц				В среднем по формам
	Октябрь	Ноябрь	Февраль	Март	
1-45	18,33	5,00	1,67	1,67	6,67
1-53	13,33	5,00	1,67	0,00	5,00
1-37	10,00	6,67	10,00	1,67	7,08
2-05	13,33	6,67	1,67	5,00	6,67
ПВх1-320	3,33	10,00	6,67	1,67	5,42
9-25	15,00	5,00	0,00	0,00	5,00
В среднем по месяцам	12,22	5,56	4,44	1,67	5,97
НСР 0,5	1,06	1,11	2,25	0,74	0,32

Наиболее ярко выраженную зависимость между степенью инфицирования и генотипическими особенностями гибридных форм наблюдали при введении в культуру эксплантов в феврале. Так, в этот период низкий процент инфицирования проявили гибридные формы 1-45, 1-53, 2-05 (1,67 % инфицированных эксплантов), а форма 2-05 осталась полностью стерильной. В то время как гибрид ПВх1-32 инфицировался в этот период в средней степени по сравнению с другими сроками (6,67 % инфицированных эксплантов), а форма 1-37 проявила высокую степень инфицирования, аналогичную октябрьскому сроку введения в культуру (10,0 % инфицированных эксплантов).

Таким образом, установили, что степень инфицирования растительных эксплантов отдалённых гибридов вишни в культуре *in vitro* на этапе введения во многом зависит от срока введения в культуру и генотипической специфичности культивируемого экспланта. Наиболее оптимальным по этому показателю среди исследуемых сроков введения в культуру оказался март. Тем не менее, получать стерильные экспланты растений отдалённых гибридов вишни можно и при введении их в культуру *in vitro* в другие исследуемые сроки.

in vitro в другие исследуемые сроки.

При исследовании закономерности между жизнеспособностью культивируемых *in vitro* эксплантов отдалённых гибридов вишни и сроками введения их в культуру было установлено, что лучшей жизнеспособностью отличаются растительные экспланты, введенные в культуру в октябре. Все исследуемые гибридные формы проявили приблизительно одинаково высокий уровень жизнеспособности в этот срок введения (в среднем по всем гибридным формам 97,97% жизнеспособных растений) (табл. 2).

Худшая жизнеспособность культивируемых эксплантов в среднем по всем гибридным формам наблюдалась при их введении в культуру в ноябре (66,69 % жизнеспособных растений). В этот период жизнеспособность эксплантов во многом зависела от генотипической специфичности культивируемого формообразца. Так, у гибридных форм ПВх1-320 и 9-25 показатель жизнеспособности был значительно ниже среднего (40,00 % и 29,29 % соответственно), в то время как у отдалённых гибридов 1-37 и 1-45 – значительно выше среднего и близок к максимальному (86,68 % и 90,78 % соот-

Таблица 2.

Жизнеспособность культивируемых *in vitro* эксплантов отдалённых гибридов вишни в зависимости от срока введения в культуру, %

Гибридная форма	Месяц				В среднем по формам
	Октябрь	Ноябрь	Февраль	Март	
1-45	97,50	90,78	82,98	69,76	85,25
1-53	98,21	73,77	32,26	66,67	67,73
1-37	100,00	86,68	78,81	93,21	89,67
2-05	93,88	79,64	60,77	94,64	82,23
ПВх1-320	98,21	40,00	86,15	49,76	68,53
9-25	100,00	29,29	83,33	73,33	71,49
В среднем по месяцам	97,97	66,69	70,72	74,56	77,49
НСР 0,5	1,22	5,07	4,38	2,71	2,15

ветственно). Жизнеспособность культивируемых эксплантов отдалённых гибридов, введённых в культуру *in vitro* в феврале и марте, была несколько выше, чем в ноябре, но не достигла у большинства гибридов уровня жизнеспособности, подобной таковой в октябре (70,72 % и 74,56 % жизнеспособных растений соответственно). Среди гибридных форм, введённых в культуру в феврале, выделилась форма 1-53 с очень низкой жизнеспособностью культивируемых эксплантов (32,26 % жизнеспособных растений), а среди введённых в марте выделились отдалённые гибриды форм 1-37 и 2-05, напротив, с очень высокой жизнеспособностью (93,2 % и 94,64 % жизнеспособных растений соответственно).

Таким образом, определили, что жизнеспособность культивируемых эксплантов отдалённых гибридов вишни может определяться сроком введения в культуру (лучшим среди исследуемых сроков оказался октябрь). В тоже время, она во многом зависит от генотипической специфичности культивируемого растения. В любой из исследуемых сроков введения в культуру *in vitro* отдалённых гибридов вишни можно добиться получения определённого числа жизнеспособных эксплантов.

Морфогенетический потенциал введенных в культуру растений определяется степенью их развития после нескольких недель культивирования. Установили, что наиболее быстрыми темпами развивались растения, введённые в культуру *in vitro* в феврале и в марте (в среднем по всем гибридным формам 4,10 и 4,01 балла соответственно) (табл. 3).

При этом только у отдельных гибридных форм в эти сроки введения в культуру наблюдались замедленные темпы развития эксплантов: в феврале – у гибрида 1-53 (2,95 балла), в марте – у 2-05 (2,78 баллов).

Медленными темпами происходило развитие культивируемых эксплантов отдалённых гибридов вишни, введённых в ноябре (в среднем по всем гибридным

формам степень развития – 2,48 баллов), немного быстрее – в октябре (3,03 балла).

Замедленные темпы развития культивируемых эксплантов отдалённых гибридов вишни при введении их в культуру в поздне-осенний период могут быть объяснены протеканием в этот период в естественных условиях у древесных растений стадий подготовки к глубокому покою и вступлению в него. В конце февраля-марте древесные растения находятся в состоянии вынужденного покоя или начинают выходить из него, что и приводит к интенсивному развитию эксплантов этих растений в культуре *in vitro*.

Выводы

1. Сроки введения в культуру *in vitro* эксплантов отдалённых триплоидных гибридов вишни ($2n = 3x = 24$), полученных от скрещивания районированных тетраплоидных ($2n = 4x = 32$) сортов вишни обыкновенной и диплоидных видов подрода *Pseudocerasus* ($2n = 2x = 16$), неоднозначно сказываются на степени их инфицирования, их жизнеспособности и степени развития.
2. Лучшей жизнеспособности эксплантов отдалённых триплоидных гибридов вишни можно добиться в октябре, меньшей степени инфицирования в марте, лучших темпов развития — в феврале и марте.
3. Определённое количество стерильных жизнеспособных, интенсивно развивающихся культивируемых эксплантов отдалённых гибридов вишни возможно получать в любой из нами исследованных сроков (октябрь, ноябрь, февраль, март).
4. Предполагаем, что в связи с генотипической специфичностью для каждой гибридной формы подсемейства *Prunoideae* можно эмпирическим путём подобрать свой оптимальный срок введения эксплантов в культуру *in vitro*.

Таблица 3.

Степень развития эксплантов отдалённых гибридов вишни в зависимости от сроков введения в культуру *in vitro*, балл

Гибридная форма	Месяц				В среднем по формам
	Октябрь	Ноябрь	Февраль	Март	
1-45	2,38	3,10	4,33	4,15	3,49
1-53	3,20	2,73	2,95	4,05	3,23
1-37	3,08	2,63	4,05	4,33	3,52
2-05	2,20	2,15	3,80	2,78	2,73
ПВх1-320	3,78	2,38	4,83	3,73	3,68
9-25	3,55	1,90	4,68	5,03	3,79
В среднем по месяцам	3,03	2,48	4,10	4,01	3,41
НСР 0,5	0,10	0,09	0,17	0,31	0,18

Библиографический список

1. Высоцкий В.А. Клональное микроразмножение плодовых растений и декоративных кустарников. Микроразмножение и оздоровление растений в промышленном плодоводстве и цветоводстве: сб. научн. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. Мичуринск. 1989. С. 3–8.
2. Деменко В.И. Микрклональное размножение плодовых и ягодных культур. Методические указания к практич. занятиям по

плодоводству. М.: И МСХА, 1997.

3. Джигадо Е.Н. Совершенствование методов селекции, создание сортов вишни и черешни, их подвоев с экологической адаптацией к условиям Центрального региона России. Орёл: ВНИИСПК, 2009.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1985.

5. Жуков О.С. Вишня и черешня. Создание новых сортов и доноров ценных признаков на основе идентифицированных генов плодовых растений. Мичуринск. 2002. С. 68–80.

6. Ковальчук И.Ю., Волгина И. А., Насибулина А. Х. Использование клонального микроразмножения в селекции плодовых и ягодных культур. Ускоренное размножение посадочного материала плодово-ягодных культур с использованием биотехнологических методов. Алма-Ата: Изд-во КАСХН. 1991. С. 6–14.

7. Колесникова А.Ф. Вишня. Черешня. Харьков: Фолио; М.: ООО «Издательство АСТ», 2003.

8. Колесникова А.Ф. Улучшение сортимента вишни на основе клонового отбора. Орёл, 2010.

9. Колесникова А.Ф., Федотова И.Э. Реконструкция генома вишни. Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений (к 75 – летию ВНИИССОК). Москва. 1995. С. 117–122.

10. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами. Под ред. Е. Н. Джигадо. Орёл, 2005.

11. Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. М.: Колос, 1994.

12. Моисейченко Н.В. Улучшение сортимента вишни в условиях северной лесостепи Украины. Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ: по материалам конференций «Инновационные подходы к обеспечению стабильной продуктивности косточковых культур» (17-18 июля) и «Проектирование и технологическое обеспечение закладки и реконструкции насаждений садовых культур» (15-16 июля). ВСТИСП. Москва. 2008. С. 180–185.

13. Морозова Т.В. Итоги селекции вишни и черешни во ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина. Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИ им. И.В. Мичурина (1931-2001г.г.): сб. науч. тр. Т. I. Тамбов: Изд-во ТГТУ. 2001. С. 45-53.

14. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1995.

15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1999.

16. Федотова И.Э. Использование некоторых видов рода *Cerasus* Mill. в селекции вишни на устойчивость к коккомикозу и адаптивность к условиям среды. Автореф. дис. на соис. уч. ст. канд. с-х н. Брянск, 2000.

17. Федотова И.Э. Микроклональное размножение отдалённых гибридов вишни в летний и осенний периоды. Учёные записки Орловского государственного университета 2011; №5. С. 283–290.

18. Федотова И.Э., Колесникова А.Ф. Использование генофонда рода *Cerasus* Mill. для создания устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды сортов и подвоев вишни обыкновенной (*C. vulgaris* Mill.). Учёные записки Орловского государственного университета 2007; №2. С. 107–113.

19. Фролова Л.В. Методические рекомендации по микроклональному размножению косточковых культур. Орёл: ГОУ ВПО «ОГУ», 2009.

20. Шелифост А.Е., Костышин С.С., Волков Р.А. Микроклональное размножение видов рода *Prunus*. Биотехнология 1993; №5. С. 19–21.

References

1. Iysotsky V.A. Klonal microreproduction of fruit plants and ornamental shrubs. Microreproduction and improvement of plants in industrial fruit growing and floriculture: collection of scientific works VNIIS of I.V. Michurin. Michurinsk. 1989. Pp. 3–8.

2. Demenko V. I. Microclonal reproduction of fruit and berry crops. Methodical instructions to practical classes in fruit growing. M.: I МСХА, 1997.

3. Dzhigadlo E.N. Improvement of selection methods, creation grade cherries and sweet cherries, their stocks with ecological adaptation to conditions of the Central region of Russia. Orel: VNIISPK, 2009.

4. Dospheov B. A. Methods of a field experiment (with bases of statistical processing of results of researches). 2nd edition revised and suppl. M.: Kolos, 1985.

5. Gykov O. S. Cherry sour and sweet cherry. Creation of new grades and donors of valuable signs on the basis of the identified fruit plants genes. Michurinsk. 2002. Pp. 68 – 80.

6. Kovalchuk I.Yu., Volgina I. A., Nasibulina A. H. Use of clonal microreproduction in selection of fruit and berry crops. The accelerated reproduction of seedling material of fruit and berry cultures with use of biotechnological methods. Alma-Ata: publishing house KASHN. 1991. Pp. 6-14.

7. Kolesnikova A.F. Cherry sour. Sweet cherry. Kharkov: Folio; M.: ООО «AST Publishing House», 2003.

8. Kolesnikova A.F. Improvement of cherry assortment on the clonal selection basis. Orel, 2010.

9. Kolesnikova A.F., Fedotova I.E. Reconstruction of a cherry genome. Genetic bases of selection of agricultural plants (to 75th anniversary of VNIISOK). Moscow. 1995. Pp. 117–122.

10. Methodical recommendations about use of biotechnological methods in work with fruit, berry and decorative crops. Under the editorship of E. N. Dzhigadlo. Orel, 2005.

11. Moiseychenko V. F., Zaveryukh A.Kh., Trifonova M. F. Bases of scientific researches in fruit growing, vegetable growing and wine growing. M.: Kolos, 1994.

12. Moiseychenko N. V. Improvement of assortment of cherry in the conditions of the northern Ukraine Forest-steppe. Fruit growing and small fruit growing nowadays of Russia: collect. science works: on materials of the conferences “Innovative approaches to ensure of stable productivity of stone-fruit cultures” (on July 17-18) and “Design and technological support of planted and reconstruction of garden cultures plantings” (on July 15-16). VSTISP. Moscow. 2008:180-185.

13. Morozova T.V. Results of cherry sour and sweet cherry selection in the gardening all-union scientific research institute of I.V. Michurin. The main results and prospects of scientific researches VNIIS of I.V. Michurin (1931-2001g.g.): collect. science works T. I. Tambov: TGTU publishing house. 2001. Pp. 45-53.

14. Program and technique of selection of fruit, berry and nut cultures. Orel: VNIISPK, 1995.

15. Program and technique of a grade studying of fruit, berry and nut cultures. Orel: VNIISPK, 1999.

16. Fedotova I.E. Use some types of the sort *Cerasus* Mill. in cherry selection on resistance to mushroom disease and adaptability to environment conditions. The thesis abstract on competition of a scientific degree to the candidate of agricultural sciences. Bryansk, 2000.

17. Fedotova I.E. Mikroklonaln reproduction of cherry remote hybrids during the summer and autumn periods. Scientific notes of Orel state university 2011; 5. Pp. 283 – 290.

18. Fedotova I.E., Kolesnikova A.F. Use gene pool of the sort *Cerasus* Mill. for creation the grades and stocks of cherry sour (*C. vulgaris* Mill.) resistant to biotic and abiotic environment factors. Scientific notes of the Orel state university 2007; 2. Pp. 107-113.

19. Frolova L.V. Methodical recommendations about microclonal reproduction of the stone cultures. Orel: Orel state university, 2009.

20. Shelifost A. E., Kostyshin S. S., Volkov R. A. Microclonal reproduction of sort *Prunus* types. Biotechnology 1993; 5. Pp. 19 – 21.

УДК 632.937

UDC 632.937

Н.Е. ПАВЛОВСКАЯ

доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биотехнологии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: ninel.pavlovskaya@yandex.ru

И.В. ГОРЬКОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра биотехнологии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: irigorkova-orel@yandex.ru

И.Н. ГАГАРИНА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра биотехнологии, Орловский государственный аграрный университет

А.Ю. АВРИЛОВА

кандидат биологических наук, старший преподаватель, кафедра биотехнологии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: anechkag@bk.ru

К.Н. КОЗЯВИНА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра агроэкологии и охраны окружающей среды, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: KNK-orel@mail.ru

Е.Г. ПРУДНИКОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра химии, Орловский государственный аграрный университет

E-mail: elena-prudnikova00@rambler.ru

N.E. PAVLOVSKAYA

Doctor of agricultural Sciences, Professor, Head of chair of biotechnology, Orel State Agrarian University

E-mail: ninel.pavlovskaya @yandex.ru

I.V. GORKOVA

Candidate of agricultural Sciences, assistant professor, chair of biotechnology, Orel State Agrarian University

E-mail: irigorkova-orel@yandex.ru

I.N. GAGARINA

Candidate of agricultural Sciences, assistant professor, chair of biotechnology, Orel State Agrarian University

A.Y. GAVRILOVA

Candidate of biology, senior lecturer, chair of biotechnology, Orel State Agrarian University

E-mail: anechkag@bk.ru

K.N. KOZYAVINA

Candidate of biology, assistant professor, Department of Agroecology and Environment, Orel State Agrarian University

E-mail: KNK-orel@mail.ru

E.G. PRUDNIKOVA

Candidate of agricultural Sciences, assistant professor, chair of chemistry, Orel State Agrarian University

E-mail: elena-prudnikova00@rambler.ru

**БИОФЛАВОНОИДЫ СОЛОМЫ ГРЕЧИХИ В СОЗДАНИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

BIOFLAVONOIDS OF BUCKWHEAT STRAW IN CREATING MEANS OF PROTECTING CROPS

Биофлавоноиды гречихи вызывают экспрессию генов, ответственных за иммунитет и активизируют ферменты, а также реакции, необходимые для синтеза хлорофилла и световой реакции фотосинтеза, тем самым увеличивая продуктивность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: комплекс биофлавоноидов, солома гречихи, супероксиддисмутаза, пероксидаза, каталаза, активность ферментов, биологическая активность.

Bioflavonoids of buckwheat induce the expression of genes responsible for the immunity and activate enzymes and the reactions required for the synthesis of chlorophyll and light reactions of photosynthesis, thereby increasing the productivity of agricultural crops.

Keywords: complex of bioflavonoids, buckwheat straw, superoxide dismutase, peroxidase, catalase, activity of enzymes, biotechnological methods, biological activity.

Введение

К основным проблемам возделывания сельскохозяйственных культур относят защиту растений от патогенов и вредителей, которые ежегодно наносят ущерб урожаю до 40 %.

Для защиты растений в основном применяются химические методы, среди которых преобладает обработка пестицидами. Пестициды обладают высокой эффективностью, но и имеют ряд серьезных недостатков, к которым относится негативное воздействие на окружающую среду, способность аккумулироваться в тканях растений, а также необходимость многократной обработки для достижения необходимого эффекта.

Альтернативой применению пестицидов являются биологические методы защиты растений, среди кото-

рых следует назвать средства, усиливающие иммунитет.

Одной из групп веществ, обладающих защитными свойствами, является комплекс биофлавоноидов, содержащихся в красной соломе гречихи [3].

В состав биофлавоноидов входят природные антиоксиданты – это рутин, кверцетин и его гликозиды, ориентин, гомоориентин, витексин, сапонаретин, кемпферол-3-рутинозид и кверцетин-3-глюкозид, кверцетин-глюкозо-галактозид, цианидин, антоцианы (цианидин-глюкозид), проантоцианидины, катехины и фенолкарбоновые кислоты: кофейная, хлорогеновая, галловая, протокатеховая [2].

Биофлавоноиды гречихи являются регуляторами транспорта ауксинов – растительных гормонов, которые контролируют рост и развитие растений.

Антибактериальные и антигрибковые свойства биофлавоноидов защищают растения от возбудителей различных инфекционных болезней.

Биофлавоноиды гречихи предохраняют растения от стрессовых воздействий окружающей среды, в результате которых образуются свободные радикалы, нарушающие процессы жизнедеятельности клеток [3].

Объекты и методы исследований

Жидкостную экстракцию соломы гречихи осуществляли в ЦКП «Орловский региональный биотехнологический центр сельскохозяйственных растений».

Экстрагирование в системе «твердое тело – жидкость» проводили на шейкере Water bath shaker Type 357. Экстрагентом являлась вода. Для экстракции было взято соотношение сырье: экстрагент = 1:5 (по массе).

В результате проведенных операций получается жидкость темно-коричневого цвета с характерным гречишным запахом.

Испытания биофлавоноидов с целью создания средства защиты растений проводили на семенах гороха сорта «Батрак».

Обработку гороха осуществляли путем замачивания семян в растворах по вариантам испытаний в течение двух часов.

Показания активности ферментов супероксиддисмутазы, пероксидазы и каталазы измеряли в течение первых 10 дней проращивания, начиная с 3-его дня по стандартизированным методикам [1].

Контрольные варианты: 1 – вариант без обработки, т.е. замачивание семян гороха в течение 2-х часов в воде; 2 – замачивание в течение 2-х часов в промышленном средстве «Нарцисс».

Варианты для испытаний (замачивание в течение 2-х часов): 1 – семена, обработанные органической кислотой 0,0001 %; 2 – семена, обработанные микроэлементами 0,0001 %; 3 – семена, обработанные раствором биофлавоноидов 0,0001 %; 4 – семена, обработанные комплексным препаратом.

Результаты и их обсуждение

Усиление иммунитета и повышение продуктивности гороха регистрируется с помощью прослеживания динамики пероксидазной, каталазной и супероксиддисмутазной активности. Повышение активности пероксидазы и супероксиддисмутазы с одновременным снижением каталазы в процессе роста растений гороха доказывает усиление иммунитета.

Активность ферментов измеряли на 3-и, 5-е, 7-е и 10-е сутки эксперимента. Выявлено повышение активности супероксиддисмутазы по всем вариантам исследования (рис. 1).

В контрольном варианте без обработки происходит повышение с 823 Е/г. сырой массы до 11023 Е/г. сырой массы к 7-ым суткам и снижение до 1723 к 10-м суткам.

Контрольный вариант с применением промышленного средства «Нарцисс». Наблюдается более высокая активность фермента и начиная с 3-их суток активность поднимается с 4322 Е/г. сырой массы до 15024 Е/г. сырой

массы и аналогично снижается до 3545 Е/г. сырой массы.

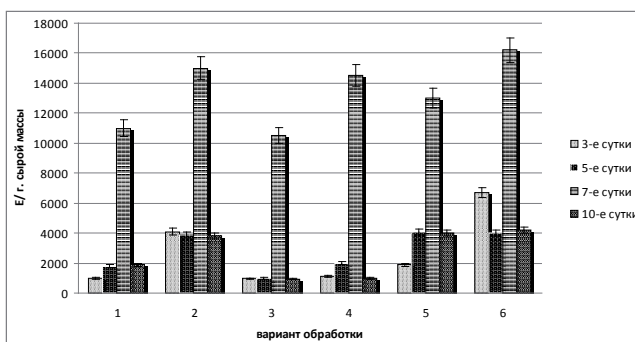


Рис. 1. Активность супероксиддисмутазы в проростках гороха сорта «Батрак» (Е/г. сырой массы): 1 – контроль, семена без обработки; 2 – контроль, семена, обработанные средством «нарцисс»; 3 – семена, обработанные органической кислотой 0,0001 %; 4 – семена, обработанные микроэлементами 0,0001 %; 5 – семена, обработанные раствором биофлавоноидов 0,0001 %; 6 – семена, обработанные комплексным препаратом.

В вариантах при обработке семян органической кислотой в концентрации 0,0001 % по активности фермента наблюдается картина, аналогичная варианту без обработки: активность повышается с 812 Е/г. сырой массы (3-и сутки) до 11342 Е/г. сырой массы, а затем снижается до 884 Е/г. сырой массы.

При обработке семян гороха микроэлементами в концентрации 0,0001 % обнаружено, что активность супероксиддисмутазы составляет на 3-и сутки эксперимента 1823 Е/г. сырой массы, к 7-ым суткам повышается до 13102 Е/г. сырой массы.

Обработка растворами биофлавоноидов в концентрации 0,0001 % выявила значительное повышение активности фермента начиная с 3-их суток с 823 Е/г. сырой массы до 14921 Е/г. сырой массы и аналогичное всем вариантам снижение активности к 10-ым суткам до 4023 Е/г. сырой массы. Обработка семян перед проращиванием комплексным препаратом показывает, что активность фермента повышается с 6878 Е/г. сырой массы (3-и сутки) до 16432 Е/г. сырой массы к 7-ым суткам. Далее к 10-м суткам происходит снижение активности фермента до 4513 Е/г. сырой массы.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о проявлении ферментативной активности по всем вариантам исследований. Однако в сравнении с промышленным средством «Нарцисс», комплексный препарат показывает более высокую активность фермента супероксиддисмутазы.

Активность фермента пероксидазы измеряли одновременно с активностью фермента супероксиддисмутазы на 3-и, 5-е, 7-е и 10-е сутки эксперимента в горохе сорта «Батрак». Выявлено, что по всем вариантам исследования происходит неуклонное повышение активности. Так, в контрольных семенах без обработки активность повышается со 111 Е/г. сырой массы до 168 Е/г. сырой массы.

При обработке семян гороха промышленным средством «Нарцисс» активность пероксидазы имеет более высокие показатели: 3-и сутки – 130 Е/г. сырой массы, 5-е сутки 150 Е/г. сырой массы, 7-е сутки – 169 Е/г. сырой массы, 10-е сутки – 217 Е/г. сырой массы.

Замачивание семян в органической кислоте дает следующие показатели 3-и сутки – 122 Е/г. сырой массы, 5-е сутки – 134 Е/г. сырой массы, 7-е сутки – 167 Е/г. сырой массы, 10-е сутки – 2 198 Е/г. сырой массы.

Использования для замачивания семян микроэлементов показывает, что активность фермента также неуклонно повышается и имеет высокие значения. Так, на 3-и сутки – 178 Е/г. сырой массы, 5-е сутки 279 Е/г. сырой массы, 7-е сутки – 662 Е/г. сырой массы, 10-е сутки – 1066 Е/г. сырой массы.

Применение раствора биофлавоноидов дает еще более высокую активность пероксидазы, чем в предыдущих вариантах: 3-и сутки – 176 Е/г. сырой массы, 5-е сутки – 200 Е/г. сырой массы, 7-е сутки – 798 Е/г. сырой массы, 10-е сутки – 1143 Е/г. сырой массы.

Комплексный препарат выявил наиболее значительное повышение активности фермента пероксидаза: 3-и сутки – 257 Е/г. сырой массы, 5-е сутки – 373 Е/г. сырой массы, 7-е сутки – 910 Е/г. сырой массы, 10-е сутки – 1615 Е/г. сырой массы (рис.2).

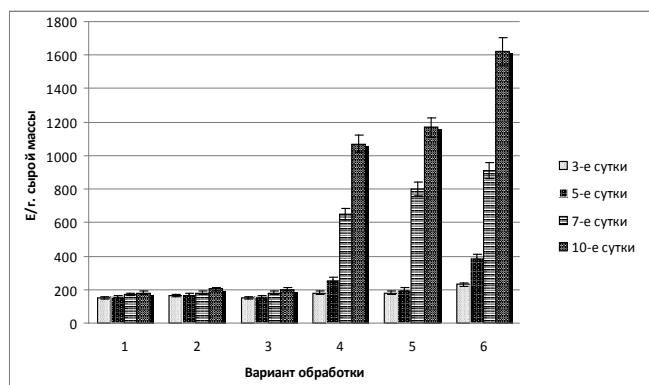


Рис. 2. Активность пероксидазы в побегах гороха сорта «батрак» (е/г. сырой массы): 1 – контроль, семена без обработки; 2 – контроль, семена, обработанные средством «нарцисс»; 3 – семена, обработанные органической кислотой 0,0001 %; 4 – семена, обработанные микроэлементами 0,0001 %; 5 – семена, обработанные раствором биофлавоноидов 0,0001 %; 6 – семена, обработанные комплексным препаратом.

Таким образом, изучение активности фермента пероксидазы показало, что наиболее высокая активность проявляется в варианте с комплексным препаратом.

Пероксидаза и каталаза конкурируют за субстрат – перекись водорода и активность отдельно каждого фермента зависит от работы «партнера». По результатам проведенных испытаний видно снижение каталазной активности по мере роста проростков.

Так, в контрольном варианте без обработки активность снижается с резким скачком на первых этапах со 4,2 у.е. до

3,1 у.е. на 5-е сутки, к 7-ым до 3,0 у.е. и к 10-ым до 2,6 у.е.

При обработке семян гороха промышленным средством «Нарцисс» активность каталазы также снижается, но скачек наблюдается к 7-ым суткам: 3-и сутки – 16,3 у.е., 5-е сутки 13,7 у.е., 7-е сутки – 4,1 у.е., 10-е сутки – 3,0 у.е.

Замачивание семян в органической кислоте дает следующие показатели 3-и сутки – 3,9 у.е., 5-е сутки 3,2 у.е., 7-е сутки – 2,0 у.е., 10-е сутки – 1,8 у.е.

Замачивания семян в микроэлементах показывает, что активность фермента также снижается. Так, на 3-и сутки – 12,4 у.е., 5-е сутки – 23,2 у.е., 7-е сутки – 23,1 у.е., 10-е сутки – 18,9 у.е.

Применении раствора биофлавоноидов показывает следующие значения: 3-и сутки – 14,1 у.е., 5-е сутки – 5,7 у.е., 7-е сутки – 4,9 у.е., 10-е сутки – 2,9 у.е.

Комплексный препарат также показал снижение активности фермента каталазы: 3-и сутки – 21,3 у.е. соответственно, 5-е сутки 14,7 у.е., 7-е сутки – 6,1 у.е., 10-е сутки – 3,2 у.е. (Рис. 3)

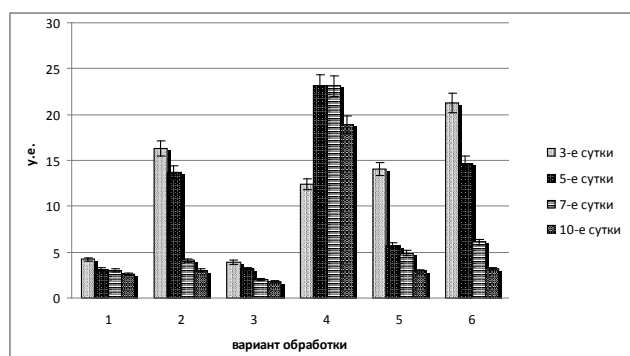


Рис. 3. Активность каталазы в побегах гороха сорта «Батрак»: 1 – контроль, семена без обработки; 2 – контроль, семена, обработанные средством «Нарцисс»; 3 – семена, обработанные органической кислотой 0,0001 %; 4 – семена, обработанные микроэлементами 0,0001 %; 5 – семена, обработанные раствором биофлавоноидов 0,0001 %; 6 – семена, обработанные комплексным препаратом.

Полевые исследования также показали положительное влияние предпосевной обработки семян гороха полученными препаратами на повышение продуктивности сорта «Батрак».

Выводы

1. Установлено влияние биофлавоноидов и комплексного препарата на основе биофлавоноидов гречихи на усиление иммунитета растений гороха.

2. Выявлено, что биофлавоноиды гречихи проявляют биологическую активность по отношению к ферментам антиоксидантной системы гороха: супероксиддисмутазе, пероксидазе и каталазе.

Библиографический список

1. Методы биохимических исследований растений. Под ред А.И. Ермакова. Л: Агропромиздат, 1987. 430с.
2. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). М.: Аввалон, 2002. 710 с.
3. Jung H.A., Jung M.J., Kim J.Y. et al. Inhibitory activity of flavonoids from *Prunus davidiana* and other flavonoids on total ROS and hydroxyl radical generation // Arch. Pharm. Res. 2003. Vol. 26. Pp. 809-815.

References

1. Methods of biochemical studies of plants. Edited by A. Ermakova. L: Agropromizdat, 1987. 430p.
2. Pilat T.L., Ivanov A.A. Biologically active food supplements (theory, production, application). M.: Avvalon, 2002. 710p.
3. Jung H.A., Jung M.J., Kim J.Y. et al. Inhibitory activity of flavonoids from *Prunus davidiana* and other flavonoids on total ROS and hydroxyl radical generation // Arch. Pharm. Res. 2003/ Vol. 26. Pp. 809-815.

УДК 636.523

UDC 636.523

Г.А. СИМОНОВ

доктор сельскохозяйственных наук, Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
E-mail: Gennadiy0007@mail.ru

В.С. НИКУЛЬНИКОВ

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Орловский государственный университет
E-mail: vsnikul@mail.ru

М.Ш. МАГОМЕДОВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дагестанский государственный аграрный университет
E-mail: vsnikul@mail.ru

П.А. АЛИГАЗИЕВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дагестанский государственный аграрный университет
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

ШРОТ ПОДСОЛНЕЧНИКОВЫЙ ПОСЛЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ В РАЦИОНЕ ЛАКТИРУЮЩИХ СВИНОМАТОК

SUNFLOWER MEAL AFTER THE ADDITIONAL MECHANICAL PROCESSING IN LACTATING SOWS' DIET

Авторы предлагают заменять в полнорационных комбикормах лактирующих свиноматок шрот подсолнечниковый на идентичный шрот, но после его дополнительной механической переработки. Установлено, что такой подход к кормлению маток обеспечивает повышение их молочности на 7,4% и увеличивает живую массу поросят при отъёме на 6,1%.

Ключевые слова: рацион, шрот подсолнечниковый, механическая переработка, молочность свиноматок, молодняк, среднесуточный прирост, сохранность поросят.

The authors propose to replace in-one feed lactating sows sunflower meal on an identical meal, but after further mechanical processing. It is established that such an approach to feeding ewes enhances their milk yield by 7.4% and increases the body weight of piglets at weaning by 6.1%.

Keywords: diet, sunflower meal, mechanical processing, milking sows, piglets, average daily gain, safety of pigs.

В последнее время, особенно на крупных свиноводческих комплексах, всё больше стало уделяться внимания полноценности кормления лактирующих свиноматок, так как от молочности их зависит рост и развитие приплода, а также сохранность и деловой выход поросят [1, 2].

Исследователи [3] отмечают, что молочность лактирующих маток зависит от сбалансированности рациона: по энергии, протеину, жиру, незаменимым аминокислотам, клетчатке, витаминам, макро- и микроэлементам.

В нашей стране компания «ЭФКО» (Белгородская область), используя современную технологию дополнительной механической переработки подсолнечного шрота, добилась понижения уровня клетчатки и повышения концентрации протеина в нём. Новый кормовой продукт существенно отличается от исходного шрота по протеиновой и энергетической питательности (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что благодаря механическому фракционированию и дополнительному удалению значительной части шелухи в подсолнечном шроте возрастает содержание сырого протеина, сырого жира и фосфора, а уровень сырой клетчатки, сырой золы, БЭВ, кальция уменьшается. Существенно увеличивается в конечном продукте концентрация незаменимых аминокислот, прежде всего остро лимитирующих лизина и метионина, и что немаловажно – повышается энергетическая ценность (на 20,57%).

В связи с этим мы изучали в сравнительном аспекте полнорационные комбикорма с обычным подсолнечниковым шротом и 100% его заменой на новый продукт после обработки подсолнечного шрота в рационах лактирующих свиноматок на их молочность, рост, развитие и сохранность поросят-сосунков, находящихся под этими матками.

На опыт было отобрано 30 голов свиноматок крупной белой породы в день их опороса. Средняя живая масса одной головы составляла 206,4 кг. Матки по принципу аналогов были распределены на 2-е группы: опытную и контрольную по 15 голов в каждой. Под каждой свиноматкой находилось по 10 поросят-сосунков.

Все животные во время опыта содержались в типовом свиноматочнике в станках и были клинически здоровы. Продолжительность опыта составляла 2 месяца. Кормили животных 3 раза в сутки.

Рационы лактирующих свиноматок обеих групп в период опыта были сбалансированы согласно детализированным нормам [4].

Опыт был проведен в ООО «Факел» – подсобном хозяйстве ОАО «Газпром».

Первая контрольная группа подсосных свиноматок в период эксперимента получала полнорационные комбикорма с подсолнечниковым шротом, а вторая опыт-

ная получала также полнорационные комбикорма, но подсолнечниковый шрот на 100 % был заменен новым кормовым продуктом (подсолнечный шрот после механической обработки).

Следует отметить, что в период опыта для кормления свиноматок использовали комбикорм марки СК-2 61 с содержанием шрота подсолнечникового 11%.

Опыт продолжался в течение 2-х месяцев. В это время рост и развитие поросят контролировали путём взвешивания молодняка в возрасте 21 день и при отъёме в 2 месяца. Молочность свиноматок определяли по весу

гнезда в 21 день. Учёт потребления кормов животными проводили ежедневно. Молочная продуктивность свиноматок, рост, развитие и сохранность поросят за опыт показаны в (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что лучшие показатели продуктивности животных были в опытной группе по отношению контроля, где в полнорационных комбикормах лактирующих свиноматок было заменено 100% подсолнечникового шрота на идентичный шрот, но после его механической переработки.

Таблица 1.

Питательная ценность подсолнечного шрота до и после дополнительной механической переработки

Показатель	Исходный подсолнечный шрот, %	Подсолнечный шрот после переработки по технологии компании «ЭФКО»	
		%	% к исходному шроту
Сухое вещество	90,20	89,92	99,69
Обменная энергия, ккал/100 г	209,00	252,00	120,57
Сырой протеин	34,50	39,75	115,22
Сырая клетчатка	14,30	11,71	81,89
Сырой жир	0,39	0,61	156,41
Сырая зола	7,30	6,77	92,74
БЭВ	33,71	31,08	92,20
Кальций	0,69	0,30	43,48
Фосфор	0,49	0,66	134,69
Натрий	0,09	0,09	100,0
Лизин	1,14	1,26	110,53
Метионин	1,03	1,44	139,81
Метионин + цистин	1,56	1,99	127,54

Таблица 2.

Молочная продуктивность свиноматок, рост и развитие поросят в целом за опыт

Показатель	Группа	
	1 (контроль)	2 опытная
Количество свиноматок, голов	15	15
Средняя живая масса свиноматок при постановке на опыт, кг	206,4±2,8	206,4±2,5
Количество поросят под одной свиноматкой, гол.	10	10
Средняя живая масса 1-го поросенка:		
При рождении, кг	1,26	1,25
В 21 день, кг	5,51±0,10	5,92±0,12*
Молочность свиноматок, кг	55,1±1,48	59,2±1,25*
% к контролю	100	107,4
Средняя живая масса 1-го поросенка при отъёме в 2-х месячном возрасте, кг	16,52±0,31	17,44±0,30*
Абсолютный прирост, кг	15,26	16,19
% к контролю	100,0	106,1
Среднесуточный прирост, г	250	265
Сохранность поросят при отъёме, %	100	100

* разница достоверна при P<0,05.

Во второй опытной группе молочность маток была выше на 4,1 кг, или на 7,4% в сравнении с контрольной, что благоприятно влияло на рост и развитие поросят-сосунков. При отъёме молодняка в возрасте 2-х месяцев средняя живая масса одного поросенка достигала уровня 17,44 кг против 16,52 кг в контроле. Абсолютный прирост живой массы поросят за период опыта во второй опытной группе был выше на 6,1% по отношению к контролю. Биометрическая обработка данных выявила достоверное увеличение живой массы поросят в 21 день, а также молочность свиноматок и живую массу поросят при отъёме в 2-х месячном возрасте во второй опытной группе при ($P<0,05$) по сравнению с I контрольной группой.

Среднесуточный прирост живой массы молодняка при отъёме в 2 месяца в опытной группе составлял 265 г, или он был выше на 15 г в сравнении с контрольной группой. Сохранность молодняка при отъёме в обеих группах была идентична.

Следует отметить, что корма животные в период опыта в группах поедали практически без остатка и разницы в их потреблении не выявлено.

Таким образом, проведенные опыты показали, что замена обычного подсолнечникового шрота в полнорационных комбикормах лактирующих свиноматок на подсолнечниковый шрот механической переработки позволяет лучше сбалансировать питание животных, увеличить их молочность на 7,4% и повысить абсолютный прирост живой массы поросят при отъёме на 6,1%.

Библиографический список

1. Симонов Г.А. Кора берёзы в рационе лактирующих свиноматок // Комбикорма, 2012. №3. С.67–68.
2. Симонов Г.А., Гуревич В.И. Тритикале в рационе лактирующих свиноматок // Эффективное животноводство, 2012. №8. С.48–49.
3. 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.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд. Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. М.: 2003. 456 с.

References

1. Simonov GA The birch bark in the diet of lactating sows // Mixed Feed, 2012. № 3. Pp.67–68.
2. Simonov GA, Gurevich VI. Triticale in the diet of lactating sows // Effective animal, 2012. № 8. Pp.48–49.
3. Venediktov AM, Duborezova TA, GA Simonov etc. Feed Supplements : A Handbook. 2nd ed. , Rev. and add. M. Agropromizdat, 1992. 192 p.
4. Normy rations and feeding farm animals. A Reference Guide . 3rd edition revised and enlarged . / Ed. AP Kalashnikov, VI Fisinin, VV Shcheglova, NI Kleimenova. Moscow: 2003. 456p.

УДК 504.4.054.(470.319)

UDC 504.4.054.(470.319)

Л.П. СТЕПАНОВА

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра земледелия, Орловский государственный аграрный университет

Е.В. ЯКОВЛЕВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра безопасности жизнедеятельности, Орловский государственный аграрный университет

Е.С. ЧЕРНЫЙ

кандидат сельскохозяйственных наук, зам. начальника, Управление Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Орловской и Курской областям

Е.А. КОРЕНЬКОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра садово-паркового и ландшафтного строительства, Орловский государственный аграрный университет

А.И. МЫШКИН

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра физического воспитания, Госуниверситет —УНПК

L.P. STEPANOVA

Doctor of agricultural sciences, professor of chair of agriculture, Orel state agrarian university

E.V. YAKOVLEVA

Candidate of agricultural sciences, associate professor, department of Life safety, Orel state agrarian university

E.S. CHERNY

Candidate of agricultural sciences, the deputy head of department of Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance in Orel and Kursk regions

E.A. KORENKOVA

Candidate of agricultural sciences, associate professor Landscape gardening and landscape construction, Orel state agrarian university

A.I. MYSHKIN

Candidate agricultural sciences, associate professor, department of Physical education, State university – ERPC

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕНЕЗА НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF TECHNOGENESIS ON THE SURFACE WATER AND GROUNDWATER

Воздействие человечества на окружающую среду столь масштабно, что биосфера, которая является и сферой жизни людей, и сферой их деятельности, приобрела особый характер и свойства. В связи с чем возникла необходимость научно обоснованного прогнозирования ответных реакций окружающей среды на вмешательство человека в естественные процессы и установления антропобиогеохимических зон, провинций, отдельных экологически опасных для человека локалов. Ответная реакция организма человека на то или иное экологическое неблагополучие проявляется как заболевание: микроэлементозы, злокачественные новообразования, сердечно-сосудистая патология и др.

Ключевые слова: поверхностные воды, подземные воды, техногенез, здоровье человека.

The impact of humanity on the environment has become such a large scale that the biosphere, which is the sphere of life and people, and the scope of their activities, has acquired a special character and properties. In connection with it there was the necessity of science-based prediction of responses to environmental human intervention in natural processes and establishing anthropobiogeochemical zones, provinces, certain ecologically dangerous for human loci. The response of the human body on a particular ecological trouble manifests as a disease: microelementoses, cancer, cardiovascular disease, etc.

Keywords: surface water, groundwater, technogenesis, human health.

Выделение районов, или зон экологического неблагополучия, или бедствия как территориальных единиц, где хозяйственная деятельность и антропогенное воздействие на природную среду обеспечивает нормальную жизнедеятельность и безопасность здоровья человека, предусматривает многокомпонентную оценку состояния экосистем. При этом важнейшим показателем, отражающим состояние экосистемы в целом, является здоровье человека.

Негативное воздействие на состояние здоровья населения урбанизированных территорий обусловлено изменением химического состава поверхностных и подземных вод, изменением химического класса вод, роста минерализации, жесткости, содержания макрокомпонентов и других загрязняющих веществ.

Изменение химических свойств географической среды и усиление их влияния на здоровье человека с каждым годом вызывают все больший интерес исследователей. Изучая геохимические особенности того

или иного региона, выявляя избыток или недостаток определенных химических элементов в компонентах ландшафта, можно заранее прогнозировать и предупреждать целый ряд эндемических заболеваний, имеющих природные (биогеохимические) предпосылки. Также можно просчитать с разной степенью достоверности структуру заболеваемости населения, анализируя качественные и количественные характеристики антропогенного загрязнения территории.

Поэтому актуальной проблемой на сегодняшний день является изучение химического и санитарно-эпидемиологического состава вод промышленного назначения и подземных источников централизованного питьевого водоснабжения населения.

Цель работы – изучить состав и качество поверхностных и подземных вод для оценки выявления риска влияния этих вод на прилегающую территорию и на здоровье населения.

В соответствии с поставленной целью в работе реша-

лись следующие **задачи**:

- анализ подземных вод и поверхностных вод на территории водоснабжения населения;
- анализ состояния водных объектов в местах водопользования населения.
- выявление территориальных закономерностей негативного воздействия водного фактора на территории г. Орла на здоровье населения.

Наиболее острой задачей является загрязнение речных вод в условиях города Орла и районов Орловской области промышленными предприятиями. По данным систематических наблюдений, за счет загрязнений, вносимых предприятиями города Орла, в реке Ока ухудшаются показатели кислородного режима, имеет место превышение в воде предельно допустимых значений содержания нитратов, нитритов, нефтепродуктов, солей цинка, меди, кобальта, железа, фенолов, хлоридов, сульфатов и взвешенных веществ.

В настоящее время обеспечение населения качественной питьевой водой становится одной из приоритетных задач государственной политики, направленной на сохранение здоровья и улучшение условий проживания населения.

К числу таких проблем принадлежит и решение задач полноценного обеспечения населения питьевой водой. Подземные воды в ряде случаев сохраняют высокие показатели качества по сравнению с поверхностными водоисточниками. Благодаря этому обстоятельству подземные воды используются в питьевых и хозяйственно-бытовых целях значительно интенсивнее. Нарастание числа веществ, загрязняющих среду обитания человека, включая водоисточники, определило необходимость создания системы оценки риска для здоровья населения.

В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями питьевая вода должна быть безопасной

в эпидемическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

В 2012 году показатель удельного веса подземных источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, в том числе из-за отсутствия зоны санитарной охраны, не превысил среднероссийский уровень. По сравнению с предыдущими годами количество разработанных проектов зон санитарной охраны источников водоснабжения увеличилось вдвое и составило 59.

Удельный вес проб из источников централизованного питьевого водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим и санитарно-химическим показателям, на территории Орловской области ниже, чем в среднем по Российской Федерации.

Неблагополучными районами по организации зон санитарной охраны централизованных источников питьевого водоснабжения являются Залегощенский (39,3%), Колпнянский (27,5%) и Краснозоренский (27,8%) районы.

Показатель неудовлетворительного качества воды подземных источников по санитарно-химическим показателям превышает среднеобластной уровень на 9 административных территориях (наиболее высокий на территориях Знаменского (69,6%), Свердловского (68,4%), Урицкого (38,4%), Орловского (31,1%), Малоархангельского (29,8%) районов и г.Орла (41 %).

На 12 административных территориях регистрировались неудовлетворительные пробы воды источников централизованного водоснабжения по микробиологическим показателям, наиболее высокие показатели отмечены на территориях Знаменского (10,5%), Свердловского (8,2%), Орловского (7,6 %), Урицкого (5,4%) районов и г. Орла (5,0%).

Таблица 1.

Состояние подземных источников централизованного питьевого водоснабжения и качество воды в местах водозабора

Показатели	Подземные				
	2008	2009	2010	2011	2012
Количество источников	2248	2245	2248	2248	2229
Из них не отвечает санитарным правилам и нормам (в %):					
РФ	17,0	16,9	16,4	15,8	
область	22,9	21,0	18,6	17,5	14,4
в т.ч. из-за отсутствия зоны санитарной охраны:					
РФ	13,7	13,5	12,9	12,2	
область	17,6	15,7	12,9	12,8	11,5
Число исследованных проб по санитарно-химическим показателям	1316	1463	1706	1619	1999
Из них не соответствует гигиеническим нормативам %	22,6	15,9	18,4	15,2	16,2
Число исследованных проб по микробиологическим нормативам	1475	1839	1819	1881	2087
Из них не соответствует гигиеническим нормативам %	4,1	3,2	2,5	2,2	3,6

За последние пять лет отмечается устойчивая тенденция к улучшению качества питьевой водопроводной воды как по микробиологическим, так и по санитарно-химическим показателям.

Исследованиями установлено, что по микробиологическим показателям в 2012 году качество воды улучшилось до 3,3% нестандартных проб при 4,6 % в 2008 году; по санитарно-химическим показателям – до 13,3 % нестандартных проб при 15,5% в 2008 году.

Доля неудовлетворительных проб по микробиологическим показателям выше среднеобластного уровня на 7 административных территориях. Наибольший процент неудовлетворительных проб регистрировался на территориях Знаменского (38,0%), Урицкого (15,0%), Орловского (13,5%), Свердловского (9,3%) районов.

Возбудители патогенной микрофлоры за период 2008-2012 годов на территории области не выделялись.

В разводящей сети показатель нестандартных проб воды по санитарно-химическим показателям выше, чем в целом по области, на 6 административных территориях: Знаменский (54,5%), Свердловский (54,3%),

Урицкий (46,8%), Кромской (33,8%), Орловский (32,2%) районы и г. Орел (24,6%).

В 2012 году, как и в предыдущие годы, основными причинами несоответствия проб питьевой воды гигиеническим нормативам являлись факторы природного характера (повышенное содержание в воде водоносных горизонтов соединений железа), отсутствие или ненадлежащее состояние зон санитарной охраны водоисточников, неудовлетворительная обстановка с тампонажем и консервацией недействующих артезианских скважин, низкое санитарно-техническое состояние существующих водопроводных сетей и сооружений.

Таким образом, обеспеченность населения области питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности, составило в 2012 году 1217 населенных пунктов, или 41% с населением 519,645 тыс., или 66,1% от всего населения области.

Условно доброкачественная и недоброкачественная питьевая вода в городских населенных пунктах в основном обусловлена несоответствием по санитарно-химическим показателям: содержанию железа и об-

Таблица 2.

Микробиологические и санитарно-химические показатели питьевой воды из разводящей сети Орловской области

Наименование Административной территории	% проб, не соответствующих по микробиологическим показателям					% проб, не соответствующих по санитарно-химическим показателям				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
РФ	5,3	5,1	5,1	4,6		16,9	16,8	16,9	10,9	
Орловская область	4,6	4,7	3,7	2,5	3,3	15,5	11,4	9,5	14,5	13,3
Болховский	7,2	4,7	1,6	2,0	3,8	15,3	13,2	14,1	20,5	9,4
Верховский	0,5	2,2	0,9	5,7	3,0	0	2,1	0	0,4	0,5
Глазуновский	2,5	1	0,5	1,6	0,5	66,4	25,2	17,9	14,6	3,6
Дмитровский	0	2,7	2,1	0,6	0,3	0	0,8	0,7	0	2,3
Должанский	2,3	1,5	1,0	0,2	0	16,4	3,3	2,5	3,7	1,6
Знаменский	42,2	44,4	36,8	30,8	38,0	61,9	41,7	29,7	40,0	54,5
Залегощенский	0,2	2,1	0,6	1,3	1,5	23,6	17,1	0	5,0	6,9
Корсаковский	9,9	7,9	10,4	8,3	5,6	0	2,9	0	0	0
Кромской	3,5	1,1	2,4	1,0	0,7	71,6	26,7	29,4	26,7	33,8
К-Зоренский	6,3	3,8	1,2	2,8	0	0	10	4,1	0	2,3
Колпнянский	0,5	0,7	0	0,7	0,4	0	0	0	0	1,0
Ливенский	9,5	4,0	4,5	0,2	0,5	0	0	0,3	1,3	4,3
Мало-Архангельский	7,2	0	4,2	0,5	0	4,2	4,2	2,6	22,6	12,7
Мценский	5,6	7,7	3,6	1,8	4,0	4,8	7,8	7,6	2,6	1,1
Новодеревеньковский	2,1	2,9	3,3	7,1	1,3	1,4	4,3	0	0	0
Новосильский	1,2	0,4	1,4	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	1,8	0
Орловский	16,2	15,0	15,8	8,5	13,5	35,9	23,1	20,7	38,2	32,2
Покровский	0	3,4	1,9	3,2	1,0	0	2	0	0,8	2,1
Сосковский	1,6	2,2	0,5	0	1,4	9,9	5,8	2,5	2,8	0
Свердловский	3,2	1,9	1,1	1,3	9,3	87	73	54,3	62,8	54,3
Троснянский	1,1	0	0,6	0	0	15,4	2,3	0,7	0	0
Урицкий	26,1	21,4	17,8	18,1	15,0	30,4	37,5	27,5	44,2	46,8
Хотынецкий	2,5	4,4	0,7	1	1,5	58,7	25,6	27,6	28,0	8,3
Шаблыкинский	5,2	2,1	1,0	1,3	1,5	45,5	2,9	0	27,7	11,7
г. Орел	2,2	2,9	1,3	1,1	1,4	5,6	33,5	12,9	24,4	24,6

щей жесткости (территории Болховского, Знаменского, Кромского, Урицкого, Орловского, Свердловского районов и г. Орла), а неудовлетворительное качество воды в сельской местности в основном обусловлено несоответствующими микробиологическими показателями.

В 2012 году превышения предельно допустимых концентраций веществ первого класса опасности не регистрировались. На территории г. Малоархангельск зарегистрировано превышение содержания веществ 2 класса опасности – фтора (от 1,55 ПДК до 1,74 ПДК) и бора (от 1,26 ПДК до 1,52 ПДК), обусловленное природным характером.

Анализ влияния водного фактора на здоровье населения Орловской области проводился на основании известных факторов влияния концентраций различных элементов и соединений в воде. Выделялись те заболевания, которые могут быть связаны с влиянием потребления питьевой воды с превышающим содержанием различных токсических элементов.

Нами рассматривались заболевания, включенные в перечень ВОЗ. Анализ заболеваемости населения Орловской области показал, что из анализируемых видов заболеваний преобладают болезни мочеполовой системы, костно-мышечной системы, новообразования, крови и кроветворных органов, болезни органов дыхания, системы кровообращения. Подобные закономерности характерны как для взрослого, так и для детского населения.

Повышенная заболеваемость, наблюдаемая по районам области, является следствием как действия местных природных факторов, так и антропогенного воздействия. Так, заболевания (болезни нервной системы и органов чувств, органов дыхания, органов пищеварения, крови и кроветворных органов, болезни кожи, мочеполовой системы и др.) могут быть связаны с выбросами аэротехногенных поллютантов, в составе которых преобладают соединения азота, сернистый ангидрид, оксиды углерода и взвешенные частицы и возможностями их попадания в поверхностные водоемы и грунтовые воды.

Медико-географический анализ заболеваемости исследуемых районов области и Орловской области в целом показал региональную неоднородность изучаемых территорий. Так, территория Орловской области по заболеваемости органов дыхания в 1,1 раза превышает средний уровень заболеваемости по России. При этом отмечается рост заболеваний органов дыхания в Орловском районе в 1,6 раза, по г.Орлу в 1,4 раза, по области в 1,3 раза за 15-тилетний период с преобладанием таких нозоформ, как бронхиальная астма и хронический бронхит. Первое место в заболеваемости населения области составляют болезни системы кровообращения, которые за 15-ти летний период возросли в 2,2 раза по области и превышают уровень заболеваемости населения болезнями системы кровообращения в России в 1,1 раза, а для населения г. Орла и Орловского района заболеваемость болезнями системы кровообращения возросла в 1,4 раза.

Болезни костно-мышечной ткани в области превышают уровень заболеваемости населения России в 1,3 раза и за 15-тилетний период уровень заболеваемости возрос

в 1,8 раза. При этом большая доля приходится на заболевания кожи и подкожной клетчатки: в Болховском районе уровень этих заболеваний составляет 38,5%, во Мценском – 42,3%, в Орловском районе – 84,7%, а по г. Орлу – 23,7%.

Болезни эндокринной системы занимают 4 место в заболеваемости населения области, при этом в связи с ухудшением экологической ситуации заболеваемость населения области возросла в 2,3 раза за период 1997-2012, в том числе в г. Орле отмечается рост заболеваемости болезнями эндокринной системы в 2,2 раза, в Орловском районе – 6 раз, в Болховском районе в 4,4 раза. Для Мценского района отмечается незначительная стабилизация в заболеваемости эндокринной системы на уровне 1650-1700 чел.

Что касается заболеваемости мочеполовой системы, то отмечается превышение федерального уровня в 1,17 раза, при этом отмечается рост болезней мочеполовой системы среди населения области за 15-тилетний период в 2,3 раза, в том числе по г.Орлу в 2,5 раза, по Орловскому району увеличение заболеваемости в 2,9 раза. Если для Болховского и Мценского районов отмечается некоторое снижение уровня заболеваемости болезнями мочеполовой системы, то для Залогощенского, Краснотуровского, Ливенского и Знаменского районов области установлено резкое возрастание заболеваемости населения.

Анализируя заболеваемость населения болезнями органов пищеварения, отмечается возрастание в 2 раза уровня заболеваний на территории области, г. Орла и Орловского района за исследуемый период в 2 раза. При этом наибольшая доля заболеваний приходится на язву желудка и двенадцатиперстной кишки.

Поскольку загрязнение водных ресурсов области тяжелыми металлами, радионуклидами является причиной заболевания населения злокачественными новообразованиями, то анализ заболеваемости населения этой группой болезней показал увеличение за 15-тилетний период заболеваемости населения по области в 1,5 раза, в том числе в г. Орле – в 1,8 раза, в Орловском районе в 2,4 раза, во Мценском районе в 1,4 раза, в Болховском – в 1,3 раза. В первичной заболеваемости населения структура повторяется.

Таким образом, анализ состояния питьевых вод и медико-экологической ситуации по Орловской области показывает, что заболеваемость в районах области как взрослого населения, так и подростков имеет тесную связь с экологической обстановкой, о чем свидетельствуют повышенные показатели по экологически обусловленным болезням. При этом дети и подростки являются самыми уязвимыми в реакции организма на изменяющиеся условия окружающей природной среды и качества питьевого водоснабжения. В связи с этим требуются более строгие подходы к контролю санитарно-гигиенического состояния поверхностных и подземных вод территорий водоснабжения, организации водозащитных территорий и антропогенного воздействия на окружающую среду.

Библиографический список

1. Парахин Н.В., Степанова Л.П., Яковлева Е.В. Геологические проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами /Мат. междунауч.-практ. конф. Тула, 2003. С. 125-140.
2. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Мышкин А.И. Агротехногенез и его влияние на окружающую среду. Изд-во ОрелГАУ. 2010. 335 с.
3. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Тихойкина И.М., Экологическая безопасность и экологизация использования природных и остаточных ресурсов. Правовое обеспечение и экоманеджмент Уч. пос. Изд-во ОрелГАУ 2009, 135 с.
4. Мышкин А. И. Биогеохимическая оценка состояния природной среды для выявления зон экологического неблагополучия: на примере Орловской области : диссертация 03.00.16. Орел, 2009. 178 с.
5. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Коренькова Е.А., Степанова Е.И., Таракин А.В., Тихойкина И.М. Организация и особенности проектирования экологически безопасных агроландшафтов. Уч. пос. Изд-во ОрелГАУ, 2013. 420 с.

References

1. Parakhin N. V., Stepanova L.P., Yakovleva E.V. // Geological problems of environmental pollution heavy metals/mat. international науч.-практ. конф. Tula, 2003. Pp. 125-140.
 2. Stepanova L.P. Yakovleva E.V. Myshkin A.I./ Agrotekhnogenez and his influence on environment. // Monograph / publishing house of ORELGAU 2010 335 p.
 3. Stepanova L.P. Yakovleva E.V. Tikhoykina I.M. Ecological safety and greening of use of natural and residual resources. Legal support and ecomanagement//уч. Grant with UMO/Signature stamp publishing house of ORELGAU 2009, 135 p.
 4. Myshkin A. I. Biogeokhimicheskaya an assessment of a condition of environment for identification of zones of ecological trouble: on the example of the Oryol region: thesis 03.00.16; Orel, 2009. 178 p.
 5. Stepanova L.P. Yakovleva E.V. Korenkova E.A. Stepanova E.I. Tarakin A.V. Tikhoykina I.M. Organization and features of design of ecologically safe agrolandscapes//уч. grant with UMO/Signature stamp publishing house of ORELGAU, 2013. 420p.
-

УДК 631.11:631.5

UDC 631.11:631.5

И.Э. ФЕДОТОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой почвоведения и прикладной биологии, Орловский государственный университет
E-mail: fedotovaie@mail.ru

Л.А. НЕЧАЕВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории агротехнологий и защиты растений, Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур Российской академии сельскохозяйственных наук

В.И. КОРОТЕЕВ

кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель Департамента сельского хозяйства Орловской области

А.Н. МОРДОВИН

руководитель, Национальный союз производителей ячменя, солода, хмеля и пивобезалкогольной продукции

I.E. FEDOTOVA

Candidate of agricultural sciences, senior lecturer, head of the chair of agrology and applied biology, Orel state university
E-mail: fedotovaie@mail.ru

L.A. NECHAEV

Doctor of Agricultural Sciences, professor, main scientific employee of laboratory of agrotechnologies and protection of plants of The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

V.I. KOROTEYEV

Candidate of agricultural sciences, head of Department of agriculture of the Orel region

A.N. MORDOVIN

Head of «the National union of growers of barley, malt, hop and beer-nonalcoholic production»

О ЗЕМЛЕДЕЛИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ*

ABOUT AGRICULTURE OF THE OREL REGION

В работе представлены результаты изучения почвенно-климатических условий Орловской области, проведена оценка плодородия почв области, описано ускоренное окультуривание смытых и дефлированных почв, контурной организации территории.

Ключевые слова: почвенно-агроландшафтные зоны, агроклиматические зоны, плодородие почв, баллы бонитета почв, физико-химические и морфологические свойства почв, земельные отношения.

In this work results of studying in soil-environmental conditions of Oryol region are presented; evaluation of fertility of soils of area is made; accelerated cultivation of washed off and deflated soils is made, planimetric organization of territory is described.

Keywords: soil-agrolandscape regions, agroclimatic regions, fertility of soils, points of quality of locality of soils, physical and chemical and morphological properties of soils, soil relations.

Актуальность исследований

Проведённая в России в 1990 г земельная реформа внедрила на селе новые земельные отношения и формы хозяйствования, что требует пересмотра прежнего сугубо хозяйственно-территориального принципа организации территории: область – район – колхоз, совхоз – отделение – бригада – производственный участок. Кроме того, сложность рельефа области, особенности почвенно-климатических условий по административным районам и различную деградированность земель (смытость, дефлированность, кислотность и др.) также необходимо учитывать в земледелии области (1...5, 8, 21, 25).

Цель исследований заключается в обосновании принципов агроэкологического районирования Орловской области и характера возделывания сельскохозяйственных культур с учётом почвенно-климатических условий.

Условия, объекты и методы исследований

Исследования проводились в архиве агрометеорологии Орловской области, организации по землеустройству и земельным отношениям, лаборатории агротехнологий и защиты растений ГНУ ВНИИЗБК, кафедре почвоведения и прикладной биологии Орловского

государственного университета. Изучение материалов научно-технической литературы, производственного опыта, нормативно-технической документации мирового, российского и орловского опыта земледелия проводилось с использованием общенаучной методологии синтеза ситуации для комплексной оценки потенциального и природного плодородия почв по Нечаеву, Голованову и Викторову (13). Оценка агроклиматического районирования и свойств почв проводилась по общепринятым методам, методикам и ГОСТам (1, 4, 8, 9, 19, 23, 26, 27), типизация земель и агротехнология по Карманову, Кирюшину, Каштанову, Задорину (6, 10, 11, 17...20) и структуры использования пашни по ВНИЗ и ЗПЭ.

Результаты исследований

Орловская область находится в южной части Нечернозёмной зоны России.

Она расположена в зоне переходных почв от серых лесных, дерново-подзолистых к чернозёмным. На этой основе выделено три почвенно-агроландшафтных зоны: Западная, Центральная, Юго-восточная (1, 2, 3).

В пашне Западной зоны преобладают агроландшафты тёмно-серых, серых, светло-серых лесных

* Исследование выполнено в рамках выполнения государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки РФ. Задание № 2014/369. Проект № 1506

почв. Районы: Болховский, Мценский, Дмитровский, Кромской, Троснянский, Урицкий, Сосковский, Орловский, Хотынецкий, Шаблыкинский, Знаменский. Отмечается пёстрый состав почв: в пашне преобладают серые лесные 296633 га (41%), тёмно-серые лесные 185569 га (21%), светло-серые лесные 99860 га (9%), чернозёмы оподзоленные 73610 га (9%). По гранулометрическому составу преобладают почвы тяжелосуглинистые 203 тыс. га, среднесуглинистые 192,2 тыс. га, легкосуглинистые 172,3 тыс. га, пески и супесчаные 13,1 тыс. га.

Анализ среднесуточных агроклиматических показателей за 1902...2012 гг. показал, что в западном агроклиматическом районе среднегодовая температура воздуха равна 4,6...5,2°C, сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C – 2256...2345, среднегодовое количество осадков 515...546 мм, количество осадков за период среднесуточных температур выше 10°C – 236...311 мм, гидротермический коэффициент – 1,2...1,3 и 1,3...1,4, запас продуктивной влаги в слое 0...20 см в период сева озимых 28...38 мм, в слое 0...100 см в начале вегетации 172...220 мм, продолжительность безморозного периода 144...150 дней.

В зоне требуется внесение высоких доз органических и минеральных удобрений, прежде всего азотных, фосфорных, калийных. Нуждаются почвы в проведении комплекса мелиоративных мероприятий, таких как посев люпина на зелёное удобрение, известкование и т.д.

В Центральной зоне в пашне преобладают агроландшафты чернозёмов оподзоленных 209289 га (44,9%), тёмно-серых лесных 139106 га (29,8%) и серых лесных почв 62938 тыс. га (13,5%). По гранулометрическому составу почвы пашни занимают: тяжелосуглинистые 357,6 тыс. га, среднесуглинистые 198,7 тыс. га, легкосуглинистые 12,0 тыс. га, пески и супесчаные – 0,2 тыс. га.

Среднесуточная среднегодовая температура воздуха равна 4,3...4,9°C, сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C 2218...2301, среднегодовое количество осадков 486...556 мм, количество осадков за период среднесуточных температур выше 10°C равно 295...311 мм, гидротермический коэффициент (ГТК) 1,3...1,4, запас продуктивной влаги в слое 0...20 см в период сева озимых 30...32 мм, в начале вегетации в слое 0...100 см – 151...220 мм, продолжительность безморозного периода 144...153 дня.

По уровню плодородия почвы относятся к хорошему качеству, но они нуждаются в повышенных дозах органических и минеральных удобрений. Они характеризуются слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора.

В пашне Юго-восточной зоны преобладают чернозёмы оподзоленные 217860 га (43,3%), чернозёмы выщелоченные 177078 га (35,2%), тёмно-серые лесные 77781 га (15,5%). По гранулометрическому составу почвы пашни занимают: тяжелосуглинистые 297,1 тыс. га, среднесуглинистые 16,5 тыс. га, легкосуглинистые 1,3 тыс. га, пески и супесчаные 0,2 тыс. га.

Почвы этой зоны гораздо меньше нуждаются в известковании, чем почвы центральной и западной зон.

Наиболее благоприятным является здесь внесение фосфоритной муки, которая нейтрализует кислотность и одновременно обеспечивает почвы фосфором.

В целом в области преобладают чернозёмы оподзоленные, занимающие 500757 га (29,5%), тёмно-серые лесные 402456 га (23,7%), серые лесные 379665 га (22,4%), чернозёмы выщелоченные 215274 га (12,7%). Эти почвы занимают 1498152 га (88,3%) пашни.

По области годовая сумма осадков составляет 590...624 мм. В отдельные годы она колеблется от 137 до 994 мм. За последние 20 лет наблюдается потепление, и среднегодовая температура возросла до 6°C против 5,1°C среднесуточной, осадков стало выпадать 653,3 мм против 624 мм, сумма активных температур выросла до 1846 против 1751 среднесуточной.

Повторяемость сильных и средних засух составила 14% (один раз в 7 лет). В среднем гидрометрический потенциал на Орловщине за 1960...2000 гг. возрос на 9%.

Проведённая оценка плодородия почв области показала, что наибольший балл сравнительного почвенного плодородия почв приходится на Юго-восточную зону, земли хозяйств её административных районов оценены от 70 до 100 баллов. Наибольшие средние баллы плодородия почв имеют районы Колпнянский 80,6 и Краснозоренский 80,2, несколько меньше у почв Должанского района – 79,9, Ливенского – 78,9, Новодеревеньковского – 76,7 и Верховского – 75,5. Средний балл плодородия почв зоны равен 78,6.

В Центральной зоне в хозяйствах балл плодородия почв находится на уровне 70...90 баллов. По районам средний балл плодородия почв равен: в Покровском 79,6 и Корсаковском 76,6, в Свердловском 70,5, Новосильском 69,3 и Глазуновском 69,0. Наименьшим плодородием обладают почвы Залегощенского района – 66,2 балла. Средний балл плодородия почв зоны – 72,2.

В Западной зоне наибольший балл имеют почвы хозяйств Кромского 56,3 и Орловского 57,3 районов, несколько ниже – Урицкого 51,7, Троснянского 51,9 и Знаменского 51,3, ещё ниже – Мценского 49,7, Хотынецкого 47,8, Сосковского 47,2, Болховского 45,9 и Шаблыкинского 43,5. Наименьшее плодородие почв отмечено в Дмитровском районе 38,4 балла. Средний балл плодородия почв зоны равен 49,2.

Усреднённый оценочный балл плодородия почв в целом по области равен 64,2.

Анализ показывает, что плодородие почв по зонам области постепенно возрастает с Западной зоны на Юго-восточную. Наибольший его уровень наблюдается в Колпнянском, Краснозоренском, Должанском и Ливенском районах.

Наименьший уровень плодородия почв имеется в Западной зоне 38,4...57,3 балла. Низкий его уровень наблюдается в Дмитровском 38,4, Шаблыкинском 43,5 и Болховском 45,9 районах.

В Западной и Центральной зонах наибольшие площади занимают тяжело- и среднесуглинистые почвы, соответственно, по сумме они занимают 574,9 и 575,4 тыс. га. В Юго-восточной зоне – 462,6 тыс. га.

Таблица.

Средние физико-химические и морфологические признаки и свойства почв Орловской области

Наименование почв	Физико-химические свойства почв			
	содержание гумуса, %	степень насыщенности основаниями, %	содержание физической глины, %	содержание ила, %
Дерново-подзолистые	1,7	72	21,7	11,0
Светло-серые лесные	2,3	78	28,4	11,3
Серые лесные	3,8	82	34,2	15,2
Тёмно-серые лесные	5,4	85	41,9	18,8
Чернозём оподзоленный	6,1	87	52,5	28,7
Чернозём выщелоченный	6,6	90	58,6	31,9
Лугово-чернозёмные	5,6	92	29,9	17,9
Чернозёмно-влажно-луговые	7,9	93	43,6	23,9
Пойменные луговые	4,5	97	24,7	18,3

Наиболее плодородными почвами в области являются чернозёмы и лугово-чернозёмные почвы, которые гумуса содержат 5,6...7,9%, степень насыщенности основаниями 87...93%, содержание физической глины 29,9...58,6% и ила – 17,9...31,9 (таблица).

Большая степень насыщенности основаниями (больше 80%) способствует образованию прочной комковатой структуры почв и препятствует её заиливанию. Скважность почв высокая. Тяжёлый гранулометрический состав почв обеспечивает их высокую пластичность и влагоёмкость.

Тёмно-серые лесные почвы по своим физико-химическим свойствам близки к чернозёмам, но у них отчётливо выражен процесс оподзоливания. Водно-воздушный режим, скважность и влагоёмкость высокие, структура хорошо выражена, но она нередко подвержена разрушению от агротехнических и климатических условий.

Серые лесные почвы по плодородию значительно уступают чернозёмам и лугово-чернозёмным почвам. У них ниже содержание гумуса, степень насыщенности основаниями (75...85%). Структура верхнего пахотного горизонта зачастую разрушена, распылена и после дождей почва заплывает, покрывается прочной коркой.

Светло-серые лесные и дерново-подзолистые почвы имеют низкий уровень плодородия из используемых в пашне почвах (мощность гумусового горизонта 20...30 см, содержание гумуса 1,5...2,5%). Структура пахотного горизонта сильно распылена, почвы заплывают и покрываются коркой. Пористость и скважность почв низкая, особенно низка она у дерново-подзолистых почв. По своим свойствам они малоприспособлены для культур, которые требовательны к плодородию почв.

В области имеются также почвы, характерные для пониженных элементов рельефа: почвы зернистые, зернисто-слоистые и слоистые, чернозёмно-влажно-луговые, иловато-болотные и др. Они богаты гумусом (11% и более), высоко насыщены основаниями, имеют большую ёмкость поглощения, хорошую структуру, создают отличные основания для высокого потенциального плодородия. Но для получения на них устойчивых

высоких урожаев в большинстве случаев требуется регулирование водно-воздушного режима.

В пределах каждого типа и подтипа почв области имеются многочисленные варианты их разновидностей, отличающихся строением, плодородием и отношениями к ним возделываемых культур. Поэтому для развития земледелия в области требуется регулярно определять плодородие почвенных разновидностей, учитывать их физико-химические свойства. Особого внимания требуют почвы, подверженные водной и ветровой эрозии, на их развитие в первую очередь влияет хозяйственная деятельность человека, расчленённость территории и характер почвенного покрова, водный и ветровой режим по зонам области, чаще всего эти процессы наблюдаются на склоновых участках полей. В связи с этим эффективным приёмом является полосное залужение склонов многолетними травами. Для избежания значительного иссушения почвы и снижения урожаев культур травы и люпин нужно подкашивать по мере их отрастания на 10...15 см (5–6 раз за летний период) и скошенную травяную массу оставлять на поле в качестве мульчи.

Ускоренное окультуривание смытых и дефлированных почв достигается внесением обоснованно рассчитанных доз минеральных и органических удобрений раздельно, а также их применением в комплексе. При применении больших доз минеральных удобрений возможно подкисление почвы (рН с 5...5–5...1 снижается до 4,6 в слое 0...10 см и 4,9 в слое 0...30 см). Поэтому необходимо осуществлять комплексное применение минеральных удобрений и мелиорантов. Кроме удобрений на смытых и дефлированных почвах целесообразно использовать посев бобово-злаковых травосмесей, выполняющих противозероэрозийную роль, и создают условия для воспроизводства плодородия почв.

На эрозионно-опасных землях земледелие надо вести на основе контурной организации территории с образованием контурных лесных полос, обеспечивающих равномерное распределение снежного покрова по землепользованию, что снижает глубину промерзания почвы, повышает впитывание талых вод. На полях с полосным размещением возделываемых культур с отваль-

ной обработкой + стерня, плоскорезной обработкой по всему склону и специальной противозерозионной обработкой почвы (верх и низ склона – отвальная вспашка, середина склона – стерня без обработки) будет происходить снижение стока, т.е. произойдёт увеличение противозерозионной стойкости почв.

Современные земельные отношения и формы хозяйствования требуют жесткого пересмотра существовавшего сугубо территориального принципа организации сельскохозяйственного производства: отделение – бригада – поле (производственный участок). Кроме того, сложность рельефа, различная деградированность и дефлированность почв (смытость, кислотность, ветровые наносы и др.) также требуют их учёта при использовании земель. Названные выше процессы и факторы определяют необходимость разработки и внедрения обоснованных севооборотов с короткой ротацией и обязательным соблюдением плодосмена и биологизации.

Биологизация севооборотов достигается, прежде всего, за счёт расширения набора возделываемых и использования в севообороте промежуточных культур.

Продуктивность севооборотов повышается за счёт правильного соотношения и чередования зерновых культур. В Западной, Центральной и Юго-восточной зонах рекомендуется зернобобовыми культурами занимать до 10% посевных площадей и использовать преимущественно сидеральный пар. При этом в Центральной и Юго-восточной зонах преобладает горох, а в Западной – люпин, вика, горох.

В небольших по размерам фермерских хозяйствах (50...500 га) севообороты должны быть компактными с короткой ротацией. Вместо севооборота можно практиковать культуuroоборот, когда чередование культур по полям организуется только во времени: 1 – пар чистый (0,5 поля) и занятый (горох 0,5 поля); 2 – озимые; 3 – яровые зерновые и крупяные культуры. Затем чистый и занятый пары меняются местами, в результате из трёхполки получается шестипольный культуuroоборот.

Выводы

1. Возделывание сельскохозяйственных культур в области должно производиться с учётом зональных почвенно-климатических особенностей, что требует в хозяйствах различных форм собственности разработки научно обоснованных севооборотов и культуuroоборотов.

2. Использование современных агротехнологий должно проводиться с учётом агробиологии сортов культур, оптимизации комплексного применения средств удобрений и защиты растений, сельскохозяйственной техники, что позволит существенно увеличить производство растениеводческой продукции и экономическую эффективность сельскохозяйственного производства.

На основе общих агрофизических и агрохимических свойств почв Мценского района, определения их качества по бонитировке почв целесообразно перенести Мценский район из Центральной зоны в Западную зону.

Библиографический список

1. Биологизация земледелия в России. Под. ред. Парахина Н.В., Лобкова В.Т. Орёл: ОрёлГАУ, 2000. 175 с.
2. Володин Н.В. Земля моя – боль моя (научные проблемы, практический опыт борьбы с эрозией, за сохранность и повышение плодородия земель в Орловской области). – Орёл: Изд-во «Тургеневский бережок», 1996. 654 с.
3. Володин В.М. Экологические основы оценки и использования почв. М., 2000. 336 с.
4. Государственный земельный кадастр Орловской области. Орёл, 1977. 27 с.
5. Доклад о состоянии окружающей природной среды Орловской области. Орёл, 2001. 130 с.
6. Задорин А.Д., Бойцов П.Д., Орлов В.П. Экология и земледелие. НПО «Экология села». Орёл, 1996. 48 с.
7. Задорин А.Д., Исаев А.П., Лапин А.П. Средообразующая роль бобовых культур. Орёл, 2003. 128 с.
8. Злобин Е.Ф. Земельные отношения в сельскохозяйственном регионе в рыночных отношениях. М.: «АгриПресс ЛТД», 1995. 92 с.
9. Колтакова П.С. К вопросу о плодородии северных чернозёмов. Орёл, 1976. 275 с.
10. Корни и крона Шатиловского эксперимента (М-лы науч.-практ. конф. РАСХН к 100-летию Шатиловской и 75-летию Новосильской опытной станции). Орёл: Изд-во «Орл. телерадиовещательной компании», 1996. 464 с.
11. Научные основы системы земледелия в Орловской области. Орёл, 1962. 206 с.
12. Нечаев Л.А., Баранов В.М., Торубаров Н.П. Мелиорация земель в адаптивно-ландшафтном земледелии Центральной лесостепи ЦЧО (учебно-методическое пособие). Орёл: ФГУ «Управление Орёлмелиоводхоз», 2004. 472 с.
13. Нечаев Л.А., Голованов А.В., Викторов А.Е. Информационное обеспечение на основе синтезирования ситуации (методическое пособие). – Алма-Ата: КазНИИТИ, 1974. 64 с.
14. Орлов В.П., Новицкий Н.И. Применение удобрений в Орловской области (методические рекомендации). Орёл, 1977. 134 с.
15. Основы биологизации и сертификации земледелия. Научно-методическое пособие (Bases biologization and agriculture certifications). Орёл: ОГСХА, 1999. 143 с.
16. Оценка земель Орловской области. /Часовских И.Я., Чибисов В.П., Юдин Г.М., Ларкин А.З., Кондранин В.Н., Редников А.С.. Орёл, 1990. 80 с.
17. Рекомендации по введению севооборотов при разных формах хозяйствования. Орёл: ГНУ ВНИИЗБК, 1996. 36 с.
18. Рекомендации по предпосевной обработке семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур защитно-стимулирующими составами. Орёл: ГНУ ВНИИЗБК, 2000. 8 с.
19. Рекомендации по применению показателей экономической оценки земель при анализе сельскохозяйственного производства и уровне руководства сельскохозяйственными предприятиями. Орёл, 1987. 34 с.
20. Рекомендации по применению удобрений на запланированный урожай и распределению фонда минеральных удобрений Орловской области. Орёл, 1974. 22 с.
21. Руководство по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения почв на территории Орловской области на 1993...1995 гг. Орёл, 1993. 54 с.
22. Рекомендации по проведению комплекса весенне-полевых работ в Орловской области /Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Коротеев В.И., Нечаев Л.А., Вороничев Б.А. и др.. Орёл: ГНУ ВНИИЗБК, 2011. 154 с.
23. Состояние окружающей природной среды в Орловской области в 2000 году (Доклад Орловского облсовета). Орёл, 2001. 130 с.
24. Устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути её повышения /Сб. науч. тр. ВНИИЗБК. Орёл, 1992. 180 с.

25. Хитрово В.Н. Природа Орловского края. Орёл, 1925. 576 с.
26. Человек и экология. Орёл, 2002. 504 с.
27. Экологические основы повышения устойчивости и продуктивности агроландшафтных систем/Сб. науч. трудов ОГАУ под ред. Н.В. Парахина. Орёл: ОГАУ, 2001. 473 с.

References

1. Biologization of agriculture in Russia. Under. edition of Parakhin N. V., Lobkova V. T. Orel:OrelSAU, 2000. 175 p.
 2. Volodin N. V. My earth – my pain (scientific problems, practical experience of fight against an erosion, for safety and increase of fertility of lands in the Orel region). Orel: Publishing house “Turgenev berezhok”, 1996. 654 p.
 3. Volodin V. M. Ecological bases of an assessment and use of soils. M, 2000. 336 pages.
 4. State land registry of the Orel region. Orel, 1977. 27 p.
 5. Report on a condition of surrounding environment of the Orel area. Orel, 2001. 130 p.
 6. Zadorin A.D., Boyzov A.P., Orlov V.P. Ekology and agriculture. NPO Ecology of village. Orel, 1996. 48 p.
 7. Zadorin A.D., Isayev A.P., Lapin A.P. Environment-forming role of bean cultures. Orel, 2003. 128 p.
 8. Zlobin E.F. The land relations in the agricultural region in the market relations is spiteful. M.: “AgriPress of LTD.”, 1995. 92 p.
 9. Koltakova P. S. To a question of fertility of northern chernozems. Orel, 1976. 275 p.
 10. Roots and krone of Shatilovsky experiment (Materials of scientific and practical conference Russian Academy of Agrarian Sciences to the 100 anniversary of Shatilovsky and the 75 anniversary of Novosilsky experimental station).-Orel: Publishing house “Orl. state telebroadcasting company”, 1996. 464 p.
 11. Scientific bases of system of agriculture in the Oryol region. Orel, 1962. 206 p.
 12. Nechayev L.A., Rams V.M., Torubarov N. P. Land reclamation in adaptivno-landscape agriculture of the Central forest-steppe of TsChO (educational and methodical a grant). Oryol: Management Oryolmeliovodkhoz Federal State Institution, 2004. 472 p.
 13. Nechayev L.A., Golovanov A.V., Victorov A.E. Vectors information providing on the basis of situation synthesizing (a methodical grant). Alma-Ata: KazNIINTI, 1974. 64 p.
 14. Orlov V.P., Novitsky N. I. Use of fertilizers in the Oryol area (methodical recommendations). Orel, 1977. 134 p.
 15. Bases of a biologization and agriculture certification. Scientific and methodical grant (Bases biologization and agriculture certification). Oryol: OGSHA, 1999. 143 p.
 16. Assessment of lands Ore area./Chasovskikh I.Ya, Chibisov V.P., Yudin G. M., Larkin A.Z., Kondranin V. N., Rednikin A.S. Orel, 1990. 80 p.
 17. Recommendations about introduction of crop rotations at different forms of managing. Orel: SSU VNIIZBK, 1996. 36 p.
 18. Recommendations about preseeding processing of seeds of grain, leguminous and groat cultures by protective stimulating structures. Oryol: SSU VNIIZBK, 2000. 8 p.
 19. Recommendations about application of indicators of an economic assessment of lands in the analysis of agricultural production and level of the management of the agricultural enterprises. Orel, 1987. 34 p.
 20. 20 . Recommendations about use of fertilizers for the planned crop and to distribution of fund of mineral fertilizers of the Oryol region. Oryol, 1974. 22 p.
 21. The guide to maintaining agricultural production in conditions of radioactive pollution of soils in the territory of the Oryol area on 1993 ... 1995. Orel, 1993. 54 p.
 22. Recommendations about carrying out a complex of spring and field works in the Orel area / Zotikov V. I., Naumkina T.S.. Koroteyev V. I., Nechayev L.A., Voronichev B. A. and others.-Orel: SSU VNIIZBK, 2011. 154 p.
 23. Condition of surrounding environment in the Orel region in 2000 (The report of the Orel regional council). Orel, 2001. 130 p.
 24. Stability of leguminous and groat cultures to adverse factors of the environment and a way of its increase /Coll. of scient. works. VNIIZBK. Oryol, 1992. 180 p.
 25. Hitrovo V. N. Nature of the Orel edge. Orel, 1925. 576 p.
 26. Person and ecology. Orel, 2002. 504 p.
 27. Ecological bases of increase of stability and efficiency of agrolandshaft systems / Collection of scientific works OGAU under the editorship of N.V. Parakhin. Orel: OGAU, 2001. 473 p.
-

УДК 338.46:712.4.01

UDC 338.46:712.4.01

М.Ю. ШЕЛЕСТ

кандидат биологических наук, доцент, кафедра товаро-
ведения, сервиса и торговой инфраструктуры, Орловский
государственный университет
E-mail: sanekshelest@mail.ru

А.А. ШЕЛЕСТ

кандидат биологических наук, доцент, кафедра профес-
сионального обучения и бизнеса, Орловский государственный
университет
E-mail: sanekshelest@mail.ru

M.Y. SHELEST

Candidate of Biological Sciences, Associate professor of
the Department "Commodity research, service and trade
infrastructure", Orel State University
E-mail: sanekshelest@mail.ru

A.A. SHELEST

Candidate of Biological Sciences, Associate professor of the
Department of Professional Education and Business, Orel State
University
E-mail: sanekshelest@mail.ru

СФЕРА УСЛУГ ПО ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНУ В РЕГИОНАХ С НЕВЫСОКИМ ЖИЗНЕННЫМ УРОВНЕМ

THE SERVICE INDUSTRY IN THE FIELD OF LANDSCAPING IN REGIONS WITH THE LOW STANDARD OF LIVING

В статье рассматриваются вопросы развития сферы услуг в области ландшафтного дизайна, предпосылки возникновения и увеличения спроса на этот вид услуг, приводится рейтинг наиболее популярных на сегодняшний день тенденций; анализируются предложения на работы по благоустройству территорий, исследуется структура ландшафтных компаний и спектр их услуг в регионах с невысоким жизненным уровнем на основе анализа данных по г.Орлу.

Ключевые слова: сфера услуг, ландшафтный дизайн, благоустройство территорий, дизайн-проект.

The questions of the service industry development in the field of landscaping, the preconditions of the origin and the accretion of demand for this type of services are considered in this article. The rating of the most popular tendencies is given. The offers for works on improvement of the territories are analyzed. The structure of the landscape companies and the range of their services in Russia regions with a low standard of living on the basis of the date analysis of Orel are investigated.

Keywords: service industry, landscaping, an improvement of territories, a design project.

Одним из наиболее быстро и динамично развивающихся секторов мировой экономики на протяжении последних десятилетий является сфера услуг. Эта тенденция характерна и для экономики России. При этом получают развитие не только традиционные сервисные виды деятельности, но возникают относительно новые для страны типы услуг населению [12], к которым можно отнести услуги в области ландшафтного дизайна, в частности, благоустройства и озеленения приусадебных загородных участков и придомовых территорий. Несмотря на богатую историю ландшафтного дизайна в дореволюционной России (начиная от известных монастырских и аптекарских садов, имевших, большей частью, прикладное значение и до шедевров садово-паркового зодчества Петровской эпохи), в Советское время эта сфера деятельности развивалась исключительно в сторону городского озеленения. При благоустройстве городских территорий закладывались сады, парки, скверы, осуществлялось комплексное озеленение участков, прилегающих к многоэтажным жилым зданиям, социальным объектам и другим элементам градостроительства. Что касается частного озеленения, то владельцы небольших дачных участков чаще всего использовали свою землю для размещения на ней фруктовых деревьев и грядок овощей. При этом «ландшафтный дизайн» был представлен цветочной клумбой и рядовой посадкой однолетников вдоль дорожек и тропинок.

На наш взгляд, увеличение спроса на услуги ландшафтного дизайна произошло в результате социально-экономического роста страны, улучшения

благополучия населения, повышения культурного уровня наших граждан и относительной стабилизации экономики [2]. Причем со временем предложения по благоустройству территории претерпели не только качественную трансформацию, но изменилось их содержание. Так, в начале постсоветского периода и формирования рынка ландшафтных услуг предложения ограничивались, к примеру, посевом газона перед домом, созданием композиций из декоративных деревьев и кустарников, посадкой цветочных клумб и, в лучшем случае, строительством альпийской горки. Практика показывает, что на современном этапе существенно возросло количество дизайнерских приемов при оформлении загородных участков. К примеру, вместо сеянного газона часто стал использоваться рулонный. В озеленении предлагается большой ассортимент экзотических растений; в дизайн участка вводят малые архитектурные формы (беседки, перголы, арки, скамейки, мостики), элементы топиарного искусства (зеленые скульптуры, живые изгороди). Рельеф садового участка искусственно меняется, ландшафт становится многоуровневым, строятся террасы, подпорные стенки с водными элементами в виде каскадов и искусственных ручьев. В общем, рейтинг наиболее популярных тенденций в ландшафтном дизайне в настоящее время составляют следующие приемы: [11]

- озеленение крыши;
- оформление цветников декоративными, экзотическими, не свойственными для наших широт растениями (к примеру женьшень);
- наличие представителей фауны на территории

участков: ручные белки, скворцы, соловьи, более крупные животные (лошади, пони, ослики и даже дикие животные). Мини-зоопарки;

- копии античных статуй, бронзовые статуэтки;
- каскады фонтанов, например, копия (в миниатюре) знаменитого Петергофского Самсона в усадьбе на Можайском водохранилище;
- озеро с настоящими осетрами;
- фонари, оснащенные датчиками движения, которые автоматически усиливают освещенность при приближении к объекту, а в состоянии «покоя» работают в экономичном режиме;
- уличные музыкальные колонки, выведенные по всей территории участка.

Необходимо отметить, что повышенный интерес к этой сфере услуг создает благоприятные предпосылки для увеличения как количества предложений, так и фирм, работающих в области ландшафтного дизайна. Поэтому на сегодняшний день представляет определенный интерес анализ этого рынка услуг для получения комплексных систематизированных знаний о состоянии и перспективах его развития, существующих на нём взаимосвязях и закономерностях.

Изучив этот вопрос, мы пришли к выводу, что маркетинговые исследования были проведены в тех регионах России, которые отличаются сравнительно высоким уровнем благосостояния населения [13], что косвенно может свидетельствовать о развитии этого вида услуг в наиболее обеспеченных регионах. Анализировались рынки ландшафтных услуг крупнейших городов и регионов России, в том числе Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Нижнего Новгорода, Екатеринбурга, Самары, Омска, Казани, Челябинска, Ростова-на-Дону, Уфы, Волгограда, Перми, Краснодарского края и Ставрополя [8]. Специалистами, представляющими государственные структуры, коммерческие предприятия и научные заведения, был сделан серьезный и всесторонний анализ для этих городов. Сведения о подобных исследованиях датируются 2007 годом и дают представление об «объеме, структуре, уровне развития и возможных перспективах рынка ландшафтных услуг, о закономерностях колебаний потребительского спроса, широты диапазона предложений и уровня предоставляемых услуг в разных областях России»¹

Как видно из вышесказанного, маркетинговые исследования были проведены в тех регионах России, которые отличаются сравнительно высоким уровнем благосостояния населения [13]. На наш взгляд, именно здесь наиболее востребованы ландшафтные услуги, так как они, по нашему мнению, не являются предметом первой необходимости, а относятся, скорее, к услугам эстетического и общекультурного направления с достаточно высоким уровнем стоимости работ [15]. Что же касается регионов с низким качеством жизни, к которым относится г.Орел [7], развитие здесь сферы услуг, требующих значительных финансовых вложений, идет

¹ Маркетинговые исследования - Рынок озеленения, дизайна ландшафтного, ландшафтов, рынок газонов, клумб Россия [Электронный ресурс] / Строительный портал Restko.ru – Режим доступа: <http://www.restko.ru/market/3257> - Загл. с экрана

медленно. Это подтверждают наши исследования, которые базировались на мониторинге Интернет-ресурсов, сайтов ландшафтных фирм, телевизионной и наружной рекламы [3,6, 9-11].

Полученные результаты позволяют утверждать, что на сегодняшний день услуги в области ландшафтного дизайна в г. Орле предлагают всего несколько организаций – ООО «Зеленый мир» [9], компания «Green Style» [10], лаборатория ландшафтного дизайна «Экотон» [5]. Эти фирмы осуществляют организациям и частным лицам «большой спектр работ практически на любом этапе озеленения и благоустройства». ² Информация о выполнении ландшафтных работ имеется также и на сайте совхоза «Коммунальник» [3]. Однако в этой организации создают и реализуют проекты комплексного благоустройства и озеленения только городских территорий: садов, парков, скверов, дворов, детских и спортивных площадок, выполняя заказы муниципальных властей, правительственных учреждений, государственных унитарных предприятий. К тому же в прайс-листе совхоза имеются сведения только о стоимости посадочного материала, а информация о выполнении и стоимости работ по озеленению отсутствует.

Несмотря на малочисленность, ландшафтные фирмы г. Орла предлагают большой спектр услуг, которые касаются как выполнения дизайнерских работ, так и осуществления проекта в натуре. И если проводить сравнительный анализ предложений и услуг по благоустройству территории Орловских компаний и ландшафтных фирм в крупных городах России, то можно увидеть, что по виду услуг они мало отличаются друг от друга. В результате классификации выделим следующие направления работ этих фирм:

- выполнение ландшафтного проекта;
- проведение предварительных работ на участке;
- обустройство дренажной системы; дорожек и площадок; систем освещения и полива;
- устройство декоративных водоемов;
- рокарии и альпинарии в саду;
- озеленение территории;
- устройство газонов;
- установка малых архитектурных форм;
- вертикальное озеленение.

Представленные на рынке ландшафтных услуг в г. Орле крупные фирмы используют Интернет-ресурсы, размещая на них соответствующие объявления, разрабатывают сайты с портфолио выполненных работ и информацией о фирме, дают рекламу в средствах массовой информации. Чаще всего они имеют возможность предоставлять полный комплекс услуг. Однако существуют и более мелкие фирмы, которые специализируются на отдельных видах работ. Они, к примеру, могут проводить только озеленение участков или обустраивать исключительно водоемы различного типа. Кроме того, есть предложения частных лиц по составлению дизайн-проекта территории. Несмотря на конкуренцию со стороны больших компаний, эти предложения мо-

² ООО «Зеленый Мир» г.Орел [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.zm-orel.ru> – Загл. с экрана.

гут представлять определенный интерес для владельцев небольших участков или дач, так как с владельцами участков менее 20 соток крупные фирмы чаще всего не работают [6]. Таким образом, структура фирм, присутствующих на рынке услуг ландшафтного дизайна, может выглядеть следующим образом:

- фирмы, предоставляющие полный комплекс услуг;
- фирмы, предоставляющие один вид услуг;
- услуги, предоставляемые частными лицами по отдельному их виду.

Общей тенденцией для всех услуг по озеленению территории, предоставляемых проанализированными нами фирмами, является предложение по выполнению ландшафтного проекта (дизайн-проекта территории). По мнению исполнителей, это первый и, пожалуй, наиболее важный этап подготовки работ по благоустройству и озеленению территории, когда при непосредственном участии заказчика формируется концепция будущего сада [1]. При этом от качества исполнения проекта во многом зависит, насколько красивым, гармоничным и функциональным будет конечный результат работы ландшафтного дизайнера. Поэтому фирмы подходят к процессу проектирования с максимальной ответственностью. Подготовленные планы, чертежи и эскизы могут стать надежной страховкой от дополнительных затрат, переделок и других неприятных неожиданностей при осуществлении проекта.

В рамках осуществления проектных работ предлагается выезд специалиста на место для обследования территории, выполнения замеров участка, химического анализа грунтов, освещения и инвентаризация имеющихся насаждений. При необходимости возможно проведение геодезических исследований. Это облегчает работы по составлению ситуационного плана, который позволяет впоследствии полнее раскрыть художественный потенциал территории и избежать ложных строительных работ и стилистических решений, что учитывается при выполнении эскизных проектов. Кроме того, к проектным работам все изученные нами фир-

мы относят составление генерального плана, детально отображающего расположение архитектурных сооружений, садовых дорожек, зеленых насаждений, цветников и водоемов, малых архитектурных форм в границах участка, рабочих чертежей (дендроплана, разбивочного и посадочного чертежа, плана баланса площадей) и, что немаловажно, составление предварительной сметы. В ней предоставляется заранее рассчитанный объем необходимого посадочного материала, стоимость и сроки исполнения работ, что адекватно отражает уровень материальных затрат на реализацию проекта.

После выполнения ландшафтного проекта фирмы оказывают услуги по перенесению его в натуру и определяют виды этих работ и стоимость каждого этапа. При этом анализ цен на ландшафтные услуги показал, что в г. Орле они сопоставимы с аналогичными услугами в Москве. В задачи статьи не входит сравнительная характеристика ценовой политики компаний в регионах с разным уровнем жизни, приведем лишь один пример в подтверждение наших слов: так, выполнение дизайн-проекта благоустройства территории фирмами г. Орла колеблется от 2000 до 2400 руб./100 кв.м [5,9,10]; в Москве подобная услуга, в среднем, стоит от 2500 руб./100 кв.м [4,14]. Мало отличаются и другие виды предоставляемых услуг. Сравнительный анализ всех цен на них будет представлен нами в следующих публикациях, сейчас на основании вышесказанного можно заключить следующее.

Во-первых, услуги разных фирм в области ландшафтного дизайна разнообразны, но в то же время идентичны. Кроме фирм, оказывающих комплексные услуги, организуются мелкие фирмы и индивидуальные ландшафтные дизайнеры, специализирующиеся на отдельных видах услуг. Во-вторых, рынки ландшафтных услуг в регионах с низким жизненным уровнем далеки от насыщения и конкуренция на нем практически отсутствует. Вероятнее всего, рынок ландшафтных услуг находится в начальной стадии своего развития и его состояние на сегодняшний день зависит от уровня и качества жизни в таких регионах.

Библиографический список

1. Группа компаний «Русские газоны» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.gazon.com> – Загл. с экрана.
2. Губарева Л.И. Институциональные особенности системы образования. Развитие сферы обслуживания на инновационной основе: методология, теория и практика. II Международная научно-практическая конференция (Орел, декабрь 2012 г.): материалы и доклады. Под общ. ред. проф. Е.В.Сибирской. Орел: Изд. ОГУ, 2013. С.22-33.
3. Зеленстрой МУП совхоз «Коммунальник» г.Орел [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.zelen.orel.ru>. – Загл. с экрана.
4. Компания «Озеленитель-Строй» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ozelenitel-stroy.ru/> - Загл. с экрана.
5. Лаборатория ландшафтного дизайна «Экотон» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ecoton-lab.ru> – Загл. с экрана.
6. Ландшафтный дизайн как прибыльный бизнес [Электронный ресурс] / Бизнес Портал Nobiz.ru – Режим доступа: <http://www.nobiz.ru/index.php/ru/spisok-biznes-idej/%20152-landshaftnyj-dizajn-kak-pribylnyj-biznes.html> – Загл. с экрана.
7. Ландшафтный дизайн своими руками. Популярные элементы ландшафтного дизайна Подмосковья в 2011 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lahdshaft.ru/analitika/elementi-landshaftnogo-dizaina-2011.html>
8. Лебедева С. Согласно рейтингу в Орле низкое качество жизни [Электронный ресурс] / С.Лебедева – АИФ-Черноземье. - Электр. газета. – 19.12.2012. – Режим доступа: <http://www.chr.aif.ru/society/news/98844>. - Загл. с экрана.
9. Маркетинговые исследования - Рынки коммунальных, бытовых, социальных, персональных услуг - Рынок озеленения, дизайна ландшафтного, ландшафтов, рынок газонов, клумб – Россия [Электронный ресурс] /Строительный портал Restko.ru – Режим доступа: <http://www.restko.ru/market/3257> - Загл.с экрана.
10. ООО «Зеленый Мир» г.Орел [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.zm-orel.ru> – Загл. с экрана.
11. ООО «Green Style» г.Орел [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.greenstyle-orel.ru> – Загл. с экрана.
12. Предводителя М.Д. Роль сферы услуг в мировой экономике [Электронный ресурс] /М.Д.Предводителя, О.Н.Балаева. – Электр. Журнал. – Маркетинг услуг - 04(16),2008 - стр 248-256. - Режим доступа: <http://www.hse.ru>. – Загл.с экрана.
13. Стрижкова Л. Регионы России: качество жизни[Электронный ресурс] / Стрижкова Л., Златоверхникова Т. Обозреватель-

Observer – Электрон. журн. №5(76) – Изд. ООО «РАУ-Университет». – Режим доступа http://www.rau.ru/observer/N05_96/5_09.HTM - Загл. с экрана

14. Студия ландшафтного дизайна АМ-АГРО [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.am-agro.ru/price/price.1.htm> - Загл. с экрана.

15. Шелест М.Ю. К вопросу об услугах в области ландшафтного дизайна в г.Орле. // Развитие сферы обслуживания на инновационной основе: методология, теория и практика. II Международная научно-практическая конференция (Орел, декабрь 2012 г.): материалы и доклады/под общ. ред. проф. Е.В.Сибирской. Орел: Изд. ОГУ, 2013. С.204-210.

References

1. A group of companies «Russian Lawns» [Electronic resource] / access Mode: <http://www.gazon.ru> – Title from the screen.
2. Gubareva L.I. The institutional features of an education system. L.I.Gubareva// The services sector development on an innovative basis: methodology, theory and practice. The II International scientific and practical conference (Orel, December, 2012): materials and reports. – Orel: Regional public institution, 2013. Pp. 22-33.
3. The municipal unitary enterprise Zelenstroy state farm “Kommunalnik”. Orel [Electronic resource] / Access mode: <http://www.zelen.orel.ru>. – Title from the screen.
4. «Ozelenitel-Story» company [Electronic resource] / Access Mode: <http://ozelenitel-stroy.ru/> - Title from the screen.
5. Laboratory of landscaping of “Ekoton” [Electronic resource] / Access Mode: <http://ecoton-lab.ru> – Title from the screen.
6. Landscaping as a profitable business [An electronic resource] / Business the Portal Nobiz.ru – Access Mode: <http://www.nobiz.ru/index.php/ru/spisok-biznes-idej/%20152-landshaftnyj-dizajn-kak-pribylnyj-biznes.html> – Title from the screen.
7. Landscaping by the hands. Popular elements of landscaping of Moscow area in 2011 [An electronic resource]. – Access Mode: <http://landshaft.ru/analitika/elementi-landshafnogo-dizaina-2011.html> - Title from the screen/
8. Lebedev S. According to rating in the Orel there is a poor quality of the life [An electronic resource] / S. Lebedev – AIF-Chernozem region. - Electronic newspaper. – 19.12.2012. – Access Mode: <http://www.chr.aif.ru/society/news/98844>. - Title from the screen.
9. Market researches - the Markets of municipal, household, social, personal services - the Market of gardening, design landscape, landscapes, the market of lawns, beds – Russia [An electronic resource] / the Construction portal Restko.ru – an access Mode: <http://www.restko.ru/market/3257> - Title from the screen.
10. ООО «Zeleny Mir», Orel [Electronic resource] / Access Mode: <http://www.zm-orel.ru> – Title from the screen.
11. ООО «Green Style» Orel [Electronic resource] / Access Mode: <http://www.greenstyle-orel.ru> – Title from the screen.
12. Predvoditeleva M. D. The services sector role in the world economy [An electronic resource] / M.D.Predvoditeleva, O.N.Balayev. – Electronic Journal. – Marketing of services - 04(16),2008 - erased 248-256. - Access Mode: <http://www.hse.ru>. – Title from the screen
13. Strizhkova L. Regions of Russia: quality of life [Electronic resource] / Strizhkova L. Zlatoverkhnikova T. Obozrevatel Observer – Electronic journal No. 5(76) – Prod. JSC RAU-university. – Access Mode http://www.rau.ru/observer/N05_96/5_09.HTM - Title from the screen
14. Studio of landscaping of AM-AGRO [Electronic resource] / Access Mode: <http://www.am-agro.ru/price/price.1.htm> - Title from the screen.
15. Shelest. Yu. To a question of services in the field of landscaping in Oryol / M.Yu.Shelest, A.A.Shelest// The services sector development on an innovative basis: methodology, theory and practice. The II International scientific and practical conference (Oryol, December, 2012): materials and reports. Oryol: Regional public institution, 2013. Pp. 204-210.

УДК 616.-004.1-006:616-072.7

А.В. БОРСУКОВ

доктор медицинских наук, профессор, кафедра факультетской терапии, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: bor55@yandex.ru

И.Е. ТОРШИНА

доктор медицинских наук, доцент, кафедра кожных и венерических болезней с курсом медицинской косметологии, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: irina-torsina@ya.ru

Т.Д. ГЕЛЬТ

аспирант, кафедра факультетской терапии, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: tanjageltik@gmail.com

Т.М. БУСЬКО

аспирант, кафедра кожных и венерических болезней с курсом медицинской косметологии, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: arriesa@rambler.ru

УДК 616.-004.1-006:616-072.7

A.V. BORSUKOV

Doctor of Medical Sciences, professor of faculty therapy department, Smolensk State Medical Academy

E-mail: bor55@yandex.ru

I.E. TORSHINA

Doctor of Medical Sciences, assistant professor of department of skin and venereal diseases with a course of medical cosmetology, Smolensk State Medical Academy

E-mail: irina-torsina@ya.ru

T.D. GELT

Graduate student of faculty therapy department, Smolensk State Medical Academy

E-mail: tanjageltik@gmail.com

T.M. BUSKO

Graduate student of department of skin and venereal diseases with the course of medical cosmetology, Smolensk State Medical Academy

E-mail: arriesa@rambler.ru

КЛИНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ТЕРАПИИ И ДЕРМАТОЛОГИИ

CLINICAL ABILITIES OF LASERDOPPLER VISUALIZATION IN THERAPY AND DERMATOLOGY

В статье обсуждаются клинические перспективы, преимущества использования неинвазивной лазерной доплеровской визуализации в качестве дополнительного метода диагностики нарушений микроциркуляторного русла у пациентов соматического профиля. Нами при помощи лазерной доплерографии было обследовано 143 пациента, из которых 37 пациентов с новообразованиями кожи, 35 пациентов с кожными проявлениями аллергических заболеваний, 36 пациентов с нарушениями периферического кровоснабжения, 35 больных с кожными проявлениями ревматологических заболеваний.

Ключевые слова: лазерная доплерография, функциональная лазерная доплерография, склеродермия, новообразования кожи.

In the article new clinical benefits and advantages of Laser Doppler Visualization are discussed. Laser Doppler Imaging (LDI) can be used as an additional method of microcirculation assessment in internal medicine and dermatology. In this research 143 patients were examined by LDI. Clinical forms in the patients consist from: 37 patients suffered from skin neoplasms, 35 patients with skin features by allergic diseases, 36 patients with peripheral microcirculatory disorders and 35 patients with skin features by rheumatology diseases.

Keywords: laser Doppler Imaging, the functional LDI, scleroderma, skin neoplasm.

В настоящее время известно, что микроциркуляторное русло вместе с соединительной тканью первым реагирует на воздействие различных патологических факторов. Поэтому прижизненное изучение кожи привлекает внимание не только дерматологов, но и других специалистов. Целый ряд заболеваний в некоторых случаях сопровождается кожными проявлениями, которые из-за своей наглядности становятся первыми клиническими признаками болезни [1, 2, 3, 7].

Для исследования микроциркуляторных процессов применяются новые неинвазивные диагностические методики, которые позволяют объективно и в комплексе оценивать гемодинамические процессы не только на уровне непосредственно капилляров, но и на уровне артериол и венул [4, 5, 12].

К первому методу относится компьютерная капилляроскопия. Данный метод позволяет неинвазивно оценивать ангиоархитектонику капиллярного русла (форму капилляров, плотность капиллярной сети и площадь кислородообменной поверхности) на уровне ногтевого ложа (при малых увеличениях), а также раз-

меры единичных капилляров (диаметр артериального, переходного и венозного отделов) и гемодинамические характеристики кровотока (линейная и объемная скорости) изолированно в артериальном и венозном отделах [5]. Однако в течение последнего десятилетия для оценки состояния кровотока в микрососудах все большее применение находит методика лазерной доплерографии (ЛД), которая позволяет оценить состояние кровотока на капиллярном уровне [8, 9, 10, 12]. Данный метод основан на использовании инфракрасного источника. Направленный на ткани лазерный луч рассеивается на статических и подвижных компонентах тканей. Причем отраженный от статических компонентов световой сигнал не изменяет своей частоты, а отраженный от подвижных частиц (в основном, это эритроциты) имеет доплеровское смещение относительно зондирующего сигнала. Отраженное от эритроцитов излучение поступает по световодному зонду в прибор для дальнейшей обработки (рис. 1). Показатель микроциркуляции, определенный этим методом, функционально связан со средней скоростью движения эритроцитов в капилля-

рах исследуемого объекта. Допплеровская компонента регистрируется в спектре отраженного лазерного сигнала, рассеянного на движущихся в тканях частицах, что позволяет оценить величину тканевой перфузии, т.е. объема протекающей крови (потока эритроцитов) в единицу времени через единицу массы тканей [6, 8].

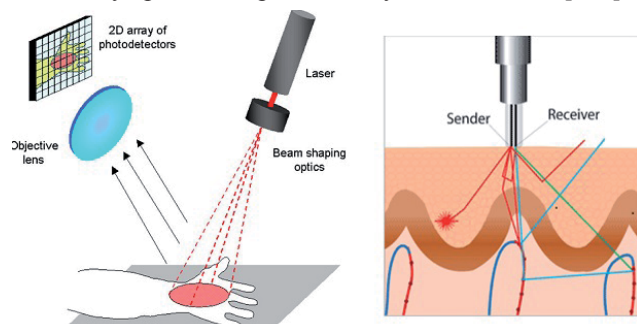


Рис. 1. Принцип действия лазерной доплерографии.

При этом следует учитывать, что к основным достоинствам метода лазерной визуализации относятся.

1. Неинвазивность, высокая наглядность, безопасность и простота исследования.
2. Возможность многократного использования полученных и сохраненных в базе данных результатов предыдущих исследований для анализа состояния организма в динамике.
3. Наглядный контроль воздействия на организм пациента процесса лечения.
4. Обеспечение наблюдения за изменением параметров и функционированием систем организма до, в процессе и после проведения терапии в реальном масштабе времени.
5. Возможность клинической интерпретации динамической картины микроциркуляции с помощью математического моделирования и получения числовых характеристик, которые могут служить дополнительной информацией к качественной оценке микроциркуляторного русла и отображать даже незначительные изменения в количественном эквиваленте.
6. Возможность проведения консилиума врачей смежных специальностей для исключения ошибки интерпретации и выбора тактики лечения благодаря мониторинговой визуализации процесса.
7. Возможность архивации изображений [1, 10, 11].

При проведении исследования мы применяли бесконтактный неинвазивный светодиодный лазерный доплер компании Aimag (Швейцария), принцип действия которого основан на использовании инфракрасного излучения (808 нм), проникающего в кожу человека до 2мм, на площади до 50 см² (рис. 2).

Цель исследования: оценить возможности использования лазерной доплерографии как метода диагностики воспалительных, склеротических процессов, происходящих в коже и подкожных структурах.

Материалы и методы: с октября 2011 по ноябрь 2012 было проведено исследование 143 пациентов, которых мы разделили на следующие группы:

1 группа – пациенты с образованиями кожи (n=37)



Рис. 2. Общий вид прибора неинвазивной лазерной доплеровской визуализации компании Aimag (Швейцария).

меланомой, невусом, с образованием, подозрительным на малигнизацию. При этом параллельно с лазерной доплерографией проводился гистологический контроль новообразований;

2 группа – пациенты с кожными аллергическими проявлениями (n=35). Из них с атопическим дерматитом (n= 21), с холодовой крапивницей (n=7), бронхиальной астмой аллергической природы (n=5), экссудативной эритемой (n=2); при этом исследование сопровождалось проведением функциональных проб, в частности, расширенной холодовой пробы путем погружения кисти на 5 минут в холодную воду при температуре +9° С и последующей регистрацией изменений кровотока в области интереса. Параллельно с этим проводились стандартные локальные провокационные пробы, без объективного исследования кровотока. Исключались пациенты с серьезной сопутствующей патологией легких и сердца.

3 группа – больные с нарушениями периферического кровоснабжения (сахарный диабет) (n=36);

4 группа – больные с кожными проявлениями ревматологических заболеваний (склеродермия, васкулиты) (n=35) (табл. 1).

Исследование проводилось в стандартизированных условиях: в изолированном помещении, после 10 минутной адаптации, при комнатной температуре 25-26 С, после предварительной обработки исследуемой зоны (обезжиривание и удаление волосяного покрова).

Оценивались следующие показатели микроциркуляции: *перфузия* – количество эритроцитов, проходящее

Таблица 1.

Общая клиническая характеристика терапевтических больных

Группы пациентов	Средний возраст, лет	Мужчин		Женщин		Число наблюдений	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1. Больные с подозрением на злокачественное новообразование кожи.	45,73±9,5	25	17,5%	12	8,5%	37	26%
2. Больные с кожными аллергическими проявлениями.	35,92±7,6	26	18,2%	9	6,3%	35	24,4%
3. Больные с нарушениями периферического кровоснабжения (облитерирующий атеросклероз, сахарный диабет).	68,62±8,7	26	18,2%	10	6,9%	36	25,2%
4. Больные с кожными проявлениями ревматологических заболеваний.	57,54±7,4	25	17,5%	10	6,9%	35	24,4%
Всего	46,93±8,3	102	71,4%	41	28,6%	143	100%

определенное расстояние за единицу времени в данном объеме (относительные ед.), *концентрация* – количество эритроцитов, содержащееся в единице объема (относительные ед.), *скорость* – расстояние, которое проходит определенное количество эритроцитов за единицу времени (мм/с) [6, 7, 10]. Эти опции позволили нам проводить как ручной, так и автоматический анализ полученных результатов.

Результаты и их обсуждение

Итоговая диагностическая эффективность в каждой группе составила:

1 группа – чувствительность – 87,4%; специфичность – 81,6%; точность – 85,2% при условии одновременного применения высокочастотного УЗ-датчика в триплексном режиме с определением зоны прицельной биопсии. При этом у пациентов с меланомой наблюдалось усиление интенсивности перфузии в области образования более чем в 3 раза по сравнению с окружающей тканью. Обращало также на себя внимание нечеткость, асимметричность границ и неоднородность кровотока в области новообразования. У пациентов с пигментным невусом без признаков малигнизации интенсивность перфузии была соизмерима или ниже, чем в окружающей здоровой ткани (рис. 3). Границы образования четкие, ровные, кровоток однороден. У пациентов с клинически выраженными признаками подозрения на малигнизацию: усиленный темп роста, изменение пигментации, появление зуда, жжения, наблюдалось увеличение перфузии на 150–200% от нормы. При этом при ЛД наблюдалось появление единичных очагов гетерогенности кровотока в области образования.

2 группа – чувствительность – 94,3%; специфичность – 88,7%; точность – 92,4%, при условии проведения комбинации стандартной методики и функциональной пробы (рис. 4).

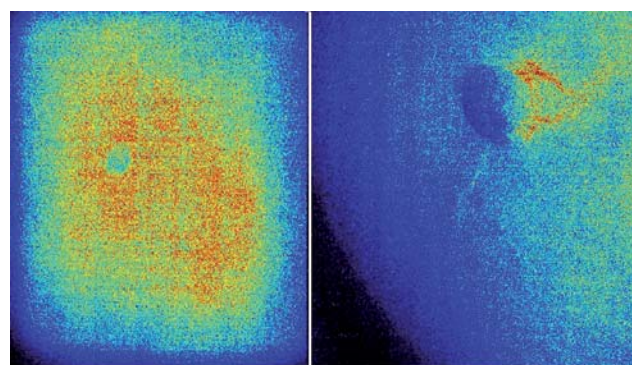


Рис. 3. Допплерографическая картина пигментного невуса без признаков малигнизации. Оно представляет собой аваскуляризованное образование правильной округлой формы, с четкими границами.



Рис. 4. Методика выполнения холодной пробы. Погружение кисти на 5 минут в холодную воду при температуре +9° С, регистрация изменения кровотока после ее проведения.

При анализе результатов учитывался не столько исходный уровень кровотока в исследуемой зоне, сколько степень уменьшения показателя микроциркуляции (ПМ) при вазоконстрикции или прироста ПМ при эпизодах вазодилатации. У 85% исследуемых данной группы наблюдался изначально высокий уровень показателей микрососудистого кровотока (перфузия составила $167,4 \pm 1,5$). После проведения холодной пробы у 20 пациентов наблюдалось усиление перфузии на 45–50% от исходных значений, что расценивалось как значительно выраженный положительный ответ на холодное воздействие. При этом следует иметь в виду, что при проведении стандартной провокационной пробы, без дополнительной лазерной визуализации, положительная реакция наблюдалась только в одном случае. У остальных 15 пациентов увеличение кровотока со-

ставило 10-15% от исходного, что не расценивалось как положительный ответ на холодовую пробу (рис. 5).

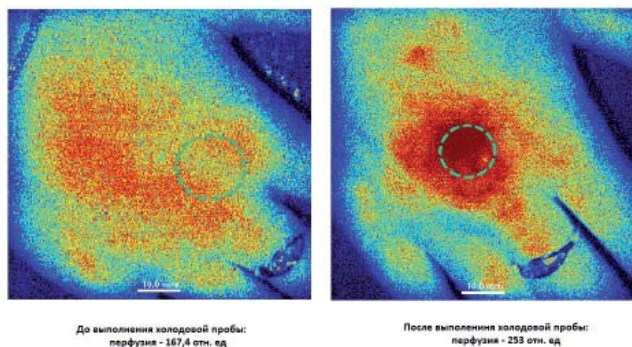


Рис. 5. Допплерографическая картина изменений микроциркуляции, выявленных при проведении холодной пробы у пациента, страдающего холодовой аллергией.

3 группа – чувствительность – 97,5%; специфичность – 98,9%; точность – 98,4%. Наибольший эффект при проведении данной методики достигается также при сочетании функциональных проб (окклюзионной, ортостатической). Следует иметь в виду, что исследование магистрального, коллатерального и микроциркуляторного кровотока позволяет не только определить уровень критической ишемии и выбрать оптимальный уровень ампутации, но и выявить начальные стадии нарушения кровообращения в конечностях и провести курс консервативной терапии либо выполнить реконструкцию кровеносного русла в более благоприятном периоде (рис. 6) [3].

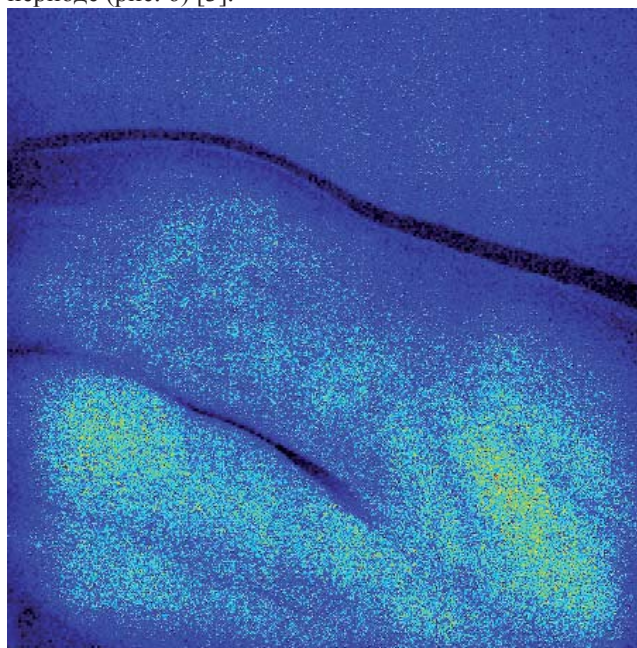


Рис. 6. Допплерографическая картина диабетической ангиопатии. При лазерной доплерографии выявляется снижение показателей микроциркуляции в области I пальца стопы по сравнению с другими (II, III, IV, V), в которых кровоток сохранен.

4 группа – чувствительность – 93,6%; специфичность – 87,1%; точность – 89,7%. Так у пациентов, страдающих ограниченной склеродермией, производили исследование кровотока в области склеродермических бляшек на стадии уплотнения, атрофии, при которых морфологически происходит утолщение стенок капилляров за счет гипертрофии эндотелиальных клеток, окруженных футляром из лимфоидного инфильтрата.

Во всех случаях наблюдалось снижение показателей гемодинамики в области высыпаний, что свидетельствовало о редукции капиллярного русла по сравнению с окружающей кожей. Это позволило подтвердить предположения о наличии процессов склерозирования в коже еще до получения результатов биопсии (рис. 7). Однако данные критерии правомочны при условии включения в комплексную бригаду врачей-радиологов и врача-дерматолога с навыками работы с оптическим дерматоскопом.

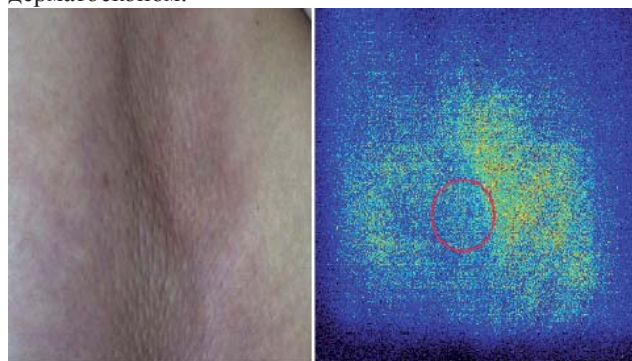


Рис. 7. Пациентка А., 32 лет, линейная склеродермия (глубокая форма). Линейный очаг атрофии вдоль бедра. Длительность существования очага 3,5 месяца. Кожа в очаге плотная на ощупь, не собирается в складку. При проведении лазерной доплерографии показатели микроциркуляции оказались сниженными по сравнению с окружающей кожей: перфузия 73.27 отн. ед., Концентрация 19.85 отн. ед.

Выводы

1. Имеются клинические перспективы применения лазерной доплерографии в качестве скрининговых методов диагностики нарушений микроциркуляторного русла, что является прогностически значимым для оценки дальнейшего течения заболевания
2. Лазерная доплерография имеет перспективы в оценке эффективности медикаментозного и хирургического лечения в современной клинической практике. Особые перспективы имеет функциональная ЛД, так как она позволяет объективизировать и структурировать заключительный клинический диагноз.
3. Необходимо комбинировать лазерную доплерографию с высокочастотным УЗ-датчиком (20 МГц и более) для оценки глубины и распространенности патологического процесса кожи.

Библиографический список

1. Казаков Ю.И., Бобков В.В. Изучение микроциркуляции у больных облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей. Методология флоуметрии, 1997. С.55-62.
2. Козлов В.И., Корси Л.В., Соколов В.Г. Лазерная доплеровская флоуметрия и анализ коллективных процессов в системе микроциркуляции // Физиология человека. 1998. Т. 24, №6. С. 112-121.
3. Павлов Ю.И., Холопов О.И., Балтрушевич О.А., Павлова Е.Ю., Сидоренко И.К. Применение лазерной доплеровской флоуме-

три у больных с синдромом диабетической стопы // Методология флоуметрии, 1998. С.73-82.

4. Плетнев С. Д. Лазеры в клинической медицине. Рук-во для врачей. М.: 1996. С.51-83.
5. Саркисов К.Г., Дужак Г.В. Лазерная доплеровская флоуметрия как метод оценки состояния кровотока в микрососудах. Методология флоуметрии. 1999. С.9–14.
6. Смирнова И.Е. Микрогемодинамические показатели лазерной доплеровской флоуметрии в ранней диагностике заболеваний внутренних органов: Дис. ... к.м.н. Тула, 2005.
7. Факих Ибрахим Мунир, Бекезин В.В., Боруков А.В., Гельт Т.Д. Особенности эндотелийзависимой вазодилатации у детей подросткового возраста с ожирением и артериальной гипертензией («истинной» и «белого халата») // МVIII Международная научно-практическая конференция “Наука в информационном пространстве - 2012” (4-5 октября 2012г.).
8. Хадарцев А.А., В.Г. Зилов, Н.А. Фудин. Избранные технологии диагностики. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 296.
9. Цвибель В, Дж. Пеллерито Ультразвуковое исследование сосудов. М.: Видар-М, 2008. 646 с.
10. Leutenegger M., Martin-Williams E., Harbi P, Thacher T., Wassim Raffoul, André M., Lopez A., Lasser P., Lasser T. Real-time full field laser Doppler imaging // Biomedical Optics Express Vol. 2 No. 6 Page 1470.
11. Stücker M. High-Resolution Laser Doppler Perfusion Imaging Aids in Differentiating Between Benign and Malignant Melanocytic Skin Tumours . Acta Derm Venereol. , 82(1):25–29.
12. Stücker M. Altmeyer P. Kutane Mikrozirkulation.- Springer Berlin Heidelberg, 1997. P. 121-199.

References

1. Kazakov U.I., Bobkov V.V. Study of microcirculation in patients with obliterative diseases // Metodology arteries lower limbs floumetrii, 1997, Pp. 55-62.
 2. Kozlov V.I., Corsi L.V., Sokolov V. G. Laser doppler floumetria and analysis collective processes in the microcirculation of human physiology. 1998. Vol. 24, N 6. Pp. 112-121.
 3. Pavlov U.I., Holopov O.I., Baltrushevich O.A., Pavlova E.U., Sidorenko I.K. Application of laser doppler floumetry in patients with diabetic foot syndrome // floumetry/ methodology, 1998. Pp. 73-82.
 4. Pletnev S.D. Lasers in clinical medicine // Practical guide for doctors. M.: 1996. Pp. 51-83.
 5. Sarkisov K.G., Dujak G V. Laser doppler floumetry as a method of measuring blood flow in the microvessels. Methodolog floumetry. 1999. Pp. 9-14.
 6. Smirnova I.E. Microhemodynamic data of laser doppler floumetry in the early diagnostic of diseases of internal organs: Candidate dissertation in Medicine Tula, 2005.
 7. Fakih I. M., Bekezin V.V., Borsukov A.V. Gelt T.D. Features of endothelium dependent vasodilation in infants of adolescent obesity and arterial hypertension (“true” and “white coat”) // MVIII International practical-science conference “Since in information areal. 2012” (4-5 October 2012).
 8. Hadarcev A.A., Zilov V.G., Fudin N.A. Featured diagnostics technology. Tula: REEF «INFRA», 2008. 296 p.
 9. Cvibel V., J. Pellerito. Ultrasound imaging of vessels. M.: Vidar-M, 2008. 646 p.
 10. Leutenegger M., Martin-Williams E., Harbi P, Thacher T., Wassim Raffoul, André M., Lopez A., Lasser P., Lasser T. Real-time full field laser Doppler imaging // Biomedical Optics Express Vol. 2 No. 6. Pp. 1470.
 11. Stücker M. High-Resolution Laser Doppler Perfusion Imaging Aids in Differentiating Between Benign and Malignant Melanocytic Skin Tumours . Acta Derm Venereol. , 82(1):25–29.
 12. Stücker M. Altmeyer P. Kutane Mikrozirkulation.- Springer Berlin Heidelberg, 1997. Pp. 121-199.
-

УДК 615.225.2:616.72-002.77

UDC 615.225.2:616.72-002.77

В.И. ВИШНЕВСКИЙ

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней, Орловский государственный университет

О.А. БУЛГАКОВА

студент, Орловский государственный университет

E-mail: bulgakova_olya@mail.ru

V.I. VISHNEVSKIY

Doctor of Medical Sciences, Professor, head of the chair of internal diseases, Medical Institute, Orel state University

O.A. BULGAKOVA

Student, Orel state University

E-mail: bulgakova_olya@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ (ПО ДАННЫМ ОТДЕЛЕНИЯ РЕВМАТОЛОГИИ БУЗ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ «ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТНАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА»)

THE FEATURES OF ANTIHYPERTENSIVE THERAPY IN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS (BASED ON THE DATA OF RHEUMATOLOGICAL DEPARTMENT, OREL REGIONAL HOSPITAL)

Целью исследования явилась оценка распространенности артериальной гипертонии и характера антигипертензивной терапии у больных ревматоидным артритом, госпитализированных в ревматологическое отделение БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» в 2010-2012гг., путем анализа 989 историй болезней. Установлено, что в 55,5 % случаев имела место артериальная гипертония; у 49,8 % из них для лечения АГ использовалась сочетанная антигипертензивная терапия; наиболее часто – комбинация β -адреноблокаторов и ингибиторов АПФ. Обострение ревматоидного артрита требовало коррекции антигипертензивной терапии у 52 % больных. Наиболее рациональная группа гипотензивных препаратов – блокаторы медленных кальциевых каналов – применялась лишь в 12,3 % случаев.

Ключевые слова: артериальная гипертония, ревматоидный артрит, антигипертензивная терапия.

The aim of the study was to assess a prevalence of arterial hypertension and a character of antihypertensive therapy among patients with rheumatoid arthritis, hospitalized in rheumatological department of Orel Regional Hospital over the period from 2010 to 2012. 989 medical histories have been analyzed. It was found, that arterial hypertension took place in 55,5% of cases; combined antihypertensive therapy are used for the treatment of hypertension in 49,8% of that cases; a combination of β -adrenoblockers and inhibitor of ACE are used the most often. The aggravation of rheumatoid arthritis required a correction of antihypertensive therapy in 52% patients. The most rational group of antihypertensive drugs – the blockers slow calcium channels – were used only in 12,3% cases.

Keywords: arterial hypertension, rheumatoid arthritis, antihypertensive therapy.

Артериальная гипертония (АГ) является важнейшим фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в общей популяции. Наличие АГ у больных ревматоидным артритом (РА) ассоциируется с увеличением субклинических проявлений атеросклероза сонных артерий и с высоким риском развития сердечно-сосудистых осложнений (ССО) [6, 7]. Поскольку АГ приобретает широкое распространение с возрастом, возникает сложный вопрос взаимодействия гипотензивных препаратов (ГП) и нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) и выбора рациональной и безопасной схемы лечения при сочетании ССЗ и мышечно-скелетной патологии [1, 8, 4].

При выборе оптимальной антигипертензивной терапии (АГТ) необходимо четкое понимание причин возникновения АГ у больных РА. К возможным причинам повышения АД при РА относят наличие хронического воспаления и аутоиммунных нарушений, составляющих основу патогенеза заболевания, метаболические нарушения, гиподинамию, генетические факторы, а также использование противоревматических препаратов с потенциально прогипертензивными эффектами [3, 6, 7, 8]. Так, на фоне приема НПВП снижается эффект всех основных гипотензивных препаратов, кроме блокаторов медленных кальциевых каналов (БМКК), поскольку только их действие не связано напрямую с влиянием на каскад синтеза простагланда и вазодилатирующих пептидов [2, 5, 6, 8].

Цель данного исследования – оценить распростра-

ненность АГ у больных РА и характер антигипертензивной терапии у этой категории пациентов.

Материалы и методы. В исследование включены 989 пациентов с достоверным диагнозом РА (по критериям Американской коллегии ревматологов, 1987), которые проходили стационарное лечение в ревматологическом отделении БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» в период 2010-12гг. Все показатели оценивались по результатам анализа медицинской документации (историй болезней).

Для статистического анализа результатов проведенного исследования использовалась программа Microsoft Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение. Среди 989 пациентов с достоверным диагнозом РА женщин было 812 (82,1%), мужчин – 117 (17,9%). Распределение больных РА, страдающих АГ, представлено на рис. 1.

Как следует из рис. 1, более половины больных РА имели сопутствующую АГ (в среднем – 55,5%) и, соответственно, высокий риск развития ССО. Частота АГ составила 52,8% в 2010г., 56,5% в 2011г. и 57,3% в 2012г.; отмечен рост на 4,5%. Это могло быть связано как с активностью аутоиммунного воспаления и особенностями течения РА, так и с традиционными факторами риска развития АГ (курение, психоэмоциональные факторы, особенности питания, сахарный диабет, инсулинорезистентность и др.).

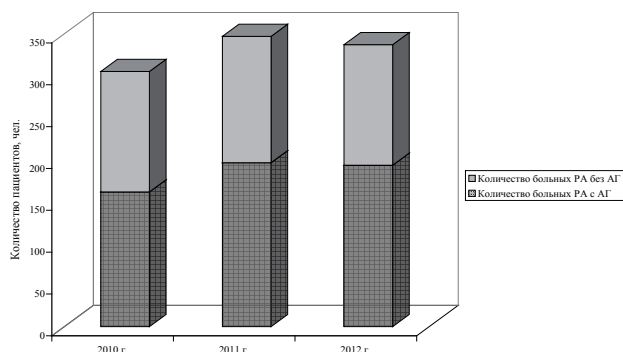


Рис. 1. Распределение больных РА, страдающих АГ, в динамике 2010-2012 гг.

Согласно данным литературы, степень активности РА коррелирует со степенью повышения АД и эффективностью АГТ [3, 4]. В нашем исследовании минимальная (I) степень активности РА была выявлена у 1,0 % пациентов АГ, а более 80% имели умеренную (II) степень активности РА. Полученные результаты совпадают с общепринятой точкой зрения о неблагоприятном влиянии активности аутоиммунного процесса при РА на течение АГ.

За рассматриваемый период соотношение пациентов, страдающих РА и АГ, по полу колебалось, но достоверно отмечено преобладание среди них лиц женского пола: так, в процентном отношении мужчины и женщины составили 12,4% и 87,6% соответственно.

Возраст пациентов, болеющих РА и АГ, колебался от 29 до 85 лет. В целом отмечалось увеличение частоты АГ с возрастом больных РА. В возрастном периоде 20-29 лет АГ была зарегистрирована только в 1 случае. Наибольшая частота АГ отмечена в возрасте от 50 до 59 лет и составила 34,1 %.

Длительность анамнеза РА (табл.1) на момент включения в исследование у трети больных составила 20 и более лет. За период 2010-2012 гг. отмечено увеличение частоты АГ у пациентов, страдающих РА 2-5, 5-10 и 15-20 лет. У пациентов с анамнезом РА более 20 лет частота АГ достоверно уменьшилась с 24,2 % до 16,1 %.

Таблица 1.

Структура численности больных, страдающих РА и АГ, в зависимости от длительности анамнеза РА

Длительность РА	Количество больных, страдающих РА и АГ (в %)		
	2010г.	2011г.	2012г.
Менее 6 мес.	5,0	7,1	3,6
6 мес. - 1 год	6,2	5,1	3,0
1 – 2 года	5,6	4,1	7,3
2 - 5 лет	12,4	15,8	18,1
5 – 10 лет	21,1	20,4	24,9
10 - 15 лет	16,8	13,3	13,5
15- 20 лет	8,7	12,8	13,5
20 лет и более	24,2	21,4	16,1

При оценке клинико-лабораторной характеристики больных РА в 86,5 % случаев наблюдался серопозитивный РА, а в 13,5 % – серонегативный. Внесуставные проявления РА имели место у 22,0 % пациентов. Наиболее

часто встречающимися являлись генерализованная амиотрофия и ревматоидные узелки, миокардиодистрофия (в том числе смешанного генеза).

79,2 % больных РА получали базисную терапию, из них 88,8 % – метотрексатом в дозе 7,5-15 мг/нед. Глюкокортикостероиды (ГК) – преднизолон – получали 65,1% больных. В качестве монотерапии ГК использовали у 16,5% больных. По данным литературы, применение ГК ассоциируется с высоким риском ССО у данной категории пациентов [4,6,8].

Длительное применение ГК у больных РА может осложниться развитием стероидной зависимости. В нашем исследовании она имела место у 10,7 % случаев.

У 88,8 % больных РА и АГ анамнез повышения АД составил 5 и более лет; в 11,2 % случаев диагноз АГ был установлен впервые в стационаре. По степени повышения АД преобладали пациенты со 2 и 3 степенью – 63,1 % и 36,4 % соответственно. I стадия АГ была выявлена у 0,9 % пациентов, страдающих РА, II стадия – 83,4 % и III стадия – у 15,7 %. По данным ЭКГ и эхо-кардиографии, в 94,0 % случаев были установлены признаки гипертрофии миокарда левого желудочка, что свидетельствует о поражении сердечно-сосудистой системы как органа-мишени.

При анализе АГТ у пациентов РА и АГ на амбулаторном этапе было выявлено, что регулярно лечились в среднем 64,9% больных (табл. 2).

Таблица 2.

Характеристика АГТ на амбулаторном этапе

Характеристика АГТ на амбулаторном этапе	Количество больных РА и АГ (в %)			В среднем за 2010-2012 гг., %
	2010г.	2011г.	2012г.	
Регулярный прием ГП*	65,2	63,8	65,8	64,9
Монотерапия	68,6	57,6	58,3	61,1
Комбинация 2-х препаратов	26,6	36,0	34,6	32,8
Комбинация 3-х и более препаратов	4,8	6,4	7,1	6,1
Постоянная АГТ не проводилась	34,8	36,2	34,2	35,1

Примечание: * ГП – гипотензивные препараты

В среднем 35,1 % пациентов РА и АГ не применяли ГП, при этом 67,9 % больных уже имели верифицированный диагноз АГ. Это свидетельствует о низкой приверженности больных РА и АГ к АГТ, прежде всего, на амбулаторном этапе.

Среди пациентов, получающих АГТ на амбулаторном этапе, в 61,1% случаев имела место монотерапия, в 38,9 % – комбинация ГП. Наиболее часто применяемыми группами ГП на амбулаторном этапе явились ингибиторы АПФ (иАПФ) и β-адреноблокаторы (БАБ) – 47,3 и 27,8 % соответственно. БМКК получали только 8,5% больных РА и АГ, в то время как именно эта группа препаратов не теряет эффективности при сочетании с НПВП [1, 8]. Тиазидные диуретики и блокаторы рецепторов к ангиотензину II (БРА II) применялись в 11,9 % и

4,4 % случаев соответственно.

При анализе АГТ на стационарном этапе лечения больных РА и АГ наиболее часто используемыми группами ГП, как и на амбулаторном этапе, явились иАПФ и БАБ (рис. 2).

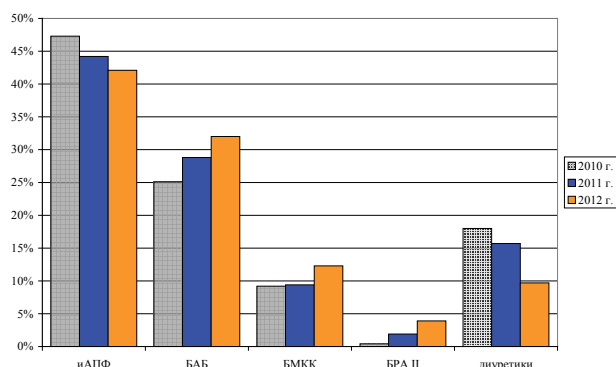


Рис. 2. Диаграмма частоты назначения различных групп ГП на стационарном этапе лечения больных РА и АГ 2010-2012 гг.

Увеличилась частота применения БРА II с 0,4 % до 3,9 % и БМКК – с 9,2 % до 12,3 %; назначение диуретиков уменьшилось почти в 2 раза – с 18,0 % в 2010 г. до 9,7 % в 2012г.

При сравнении использования отдельных ГП для лечения АГ у больных РА полученные нами данные не отличались от общепопуляционных. Так, среди иАПФ преобладает назначение эналаприла и лизиноприла – 59,6 % и 37,5 % соответственно. Из группы БАБ в 80,8 % случаев применялся бисопролол. Несмотря на уменьшение частоты использования тиазидных и тиазидоподобных диуретиков при лечении АГ у больных РА, наиболее часто из данной группы назначался индапамид – в среднем в 85,0 % случаев. Из БРА II в подавляющем большинстве случаев использовался лозартан, преимущественно в составе сочетанной АГТ. Только у 2 пациентов применялась монотерапия лозартаном. Назначение препаратов из группы БМКК в 2012г. составило 10,4 %. Наиболее часто используемым из всех БМКК был амлодипин (83,4 % случаев).

Согласно полученным данным, при поступлении больных РА в стационар у 52,0 % требовалась коррекция АГТ, а именно назначение дополнительного препарата. На стационарном этапе лечения сочетанная АГТ использовалась у 49,8 % пациентов; 50,2 % – получали ГП в виде монотерапии. В качестве последней в 66,4 % случаев использовали иАПФ, в 29,5 % – БАБ.

В сравнении с амбулаторным этапом лечения частота применения сочетанной АГТ в стационаре возросла в 1,3 раза.

29,7 % больных получали комбинацию иАПФ + БАБ. Эта комбинация является возможной, так как абсолютных рекомендаций по ее использованию или запрещению нет. Она не считается оптимальной, но ее применение, тем не менее, у ряда пациентов оказывается эффективным.

Среди рациональных схем сочетанной АГТ преобладала комбинация иАПФ и диуретиков – у 16,5 % пациентов РА и АГ. Частота встречаемости других сочетаний представлена на рисунке 3.

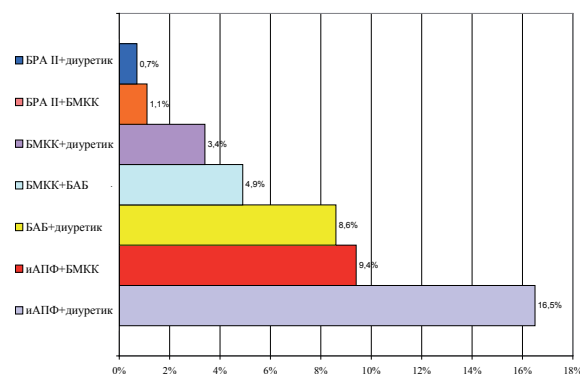


Рис. 3. Диаграмма частоты использования рациональных комбинаций гипотензивных средств в период 2010-2012 гг.

23,3 % больных РА и АГ получали сочетанную АГТ с использованием 3 ГП: из них в 37,1 % комбинация включала иАПФ+БАБ+диуретик, в 32,3 % – иАПФ+БАБ+БМКК.

Амлодипин, как БМКК, в качестве монотерапии использовался лишь в 6,7 % случаев. У подавляющего числа пациентов он входил в состав сочетанной АГТ. Так, у 27,8 % больных амлодипин был в составе комбинации с иАПФ, в 14,4 % – с БАБ. У 22,2 % пациентов использовали трехкомпонентную АГТ – БМКК+иАПФ+БАБ.

По данным литературы, амлодипин является наиболее рациональным и обоснованным ГП и обеспечивает снижение уровня АД до целевого уровня у больных РА и АГ [1, 8].

Выводы. Среди пациентов, больных ревматоидным артритом, проходивших стационарное лечение в ревматологическом отделении БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» в 2010-2012 гг., в 55,5 % случаев имела место АГ. Около трети этих пациентов не получали регулярную антигипертензивную терапию на амбулаторном этапе.

На стационарном этапе 52 % этой категории больных требовалась коррекция антигипертензивной терапии, что, как правило, было связано с увеличением степени активности ревматоидного артрита. В сравнении с амбулаторным этапом лечения частота применения сочетанной АГТ в стационаре возросла в 1,3 раза. 29,7 % больных РА и АГ получали комбинацию иАПФ + БАБ, которая не считается оптимальной. Среди рекомендуемых рациональных комбинаций ГП преобладали иАПФ и тиазидные (тиазидоподобные) диуретики (16,5 %). По данным литературы, наиболее рациональной группой ГП являются БМКК, на антигипертензивную активность которых не влияют НПВП. По данным проведенного исследования, частота назначения БМКК у больных РА и АГ составила в 2010г лишь 9,2 % и в 2012г возросла до 12,3 %.

Полученные нами результаты свидетельствуют о необходимости повышения приверженности больных РА и АГ к АГТ на всех этапах лечения, тщательного проведения базисной терапии с адекватным контролем воспалительной активности РА и более широкого использования БМКК в качестве моно- или сочетанной АГТ.

Библиографический список

1. Ежов М.В. Артериальная гипертония и применение нестероидных противовоспалительных препаратов: преимущества амлодипина. Системные гипертензии. 2009, № 1. С. 23-26.
2. Муравьев Ю.В. Проблемы безопасности противоревматической терапии. Повышение артериального давления у больных ревматоидным артритом, получающих нимесулид. - Научно-практическая ревматология. 2006, № 1. С. 61-62.
3. Насонов Е.Л., Насонова В.А. Ревматология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
4. Насонова В.А., Насонов Е.Л. Рациональная фармакотерапия ревматических заболеваний: руководство для практикующих врачей. М.: Литтерра, 2003.
5. Никитина Н.М., Ребров А.П. Артериальная гипертония у больных ревматоидным артритом. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2009, № 3. С.67-70.
6. Новикова Д.С., Попкова Т.В., Насонов Е.Л. Артериальная гипертензия при ревматоидном артрите. Научно-практическая ревматология. 2011, № 3. С. 52-68.
7. Попкова Т.А., Хелковская А.Н., Мач Э.С., Александрова Е.Н., Новиков А.А., Новикова Д.С., Насонов Е.Л. Сердечно-сосудистые заболевания при ревматоидном артрите. Терапевтический архив. 2007, Т. 79, № 5. С. 9-15.
8. Родионов А.В. Нестероидные противовоспалительные препараты и артериальная гипертензия: актуальность проблемы и тактика ведения пациентов. Лечащий врач. <http://www.lvrach.ru/2013/02/15435619/>

References

1. Yezhov M.V. Arterial hypertension and treatment of non steroidal anti-inflammatory drugs: advantage amlodipine. System Hypertension. 2009, No. 1. Pp. 23-26.
2. Muravyev U.V. Safety problems of antirheumatic therapy. Elevation of blood pressure in patients with rheumatoid arthritis treated with nimesulide. Scientific-practical rheumatology. 2006, No. 1. Pp. 61-62.
3. Nasonov E.L., Nasonova V.A. Rheumatology: national manual. Moscow: GEOTAR – Media, 2008.
4. Nasonova V.A., Nasonov E.L. Rationale for drug therapy of rheumatic diseases: a guidebook for medical practitioners. Moscow: Littera Publishers, 2003.
5. Nikitina N.M., Rebrov A.P. Arterial hypertension in patients with rheumatoid arthritis. – Rational Pharmacotherapy in Cardiology, 2009, No. 3. Pp. 67-70.
6. Novikova D.S., Popkova T.V., Nasonov E.L. Arterial hypertension in rheumatoid arthritis. Scientific-practical rheumatology. 2011, No. 3. Pp. 52-68.
7. Popkova T.V., Khelkovskaya A.N., Mach E.S., Aleksandrova E.N., Novikov A.A., Novikova D.S., Nasonov E.L. Cardiovascular pathology in rheumatoid arthritis. Therapeutic archive. 2007, Vol. 79, No. 5. Pp. 9-15.
8. Rodionov A.V. Non steroidal anti-inflammatory drugs and arterial hypertension: actuality of the problem and the therapeutic approaches. Treating physician. <http://www.lvrach.ru/2013/02/15435619/>

УДК 615.322.582.998.14

UDC 615.322.582.998.14

Н.Н. ГОНЧАРОВ

аспирант, кафедра фармакогнозии и ботаники, Курский
государственный медицинский университет
E-mail: goncharovxl@gmail.com

Р.А. БУБЕНЧИКОВ

доктор фармацевтических наук, кафедра фармакогнозии
и ботаники, Курский государственный медицинский уни-
верситет
E-mail: fg.ksmu@mail.ru

N.N. GONCHAROV

Graduate student, Chair of Pharmacognosy and Botany, Kursk
State Medical University
E-mail: goncharovxl@gmail.com

R.A. BUBENCHIKOV

Doctor of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy and Botany, Kursk
State Medical University
E-mail: fg.ksmu@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ АНТИПРОЛИФЕРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ВОДОРАСТВОРИМОГО ПОЛИСАХАРИДНОГО КОМПЛЕКСА ТРАВЫ КУЛЬБАБЫ ОСЕННЕЙ

STUDY OF ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITY OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDE COMPLEXES OF HERBS LEONTODONAUTUMNALIS L.

В статье приведены данные, касающиеся выделения водорастворимого полисахаридного комплекса из травы кульбабы осенней и изучения его антипролиферативной активности. Водорастворимый полисахаридный комплекс представлен галактозой, глюкозой, арабинозой, ксилозой, рамнозой, галактуроновой кислотой и одним неидентифицированным веществом. Установлено, что исследуемый водорастворимый полисахаридный комплекс оказывает влияние на пролиферативную фазу воспаления, замедляя развитие гранулемы.

Ключевые слова: антипролиферативная активность, гранулема, водорастворимые полисахариды, кульбаба осенняя.

The article presents data relating to the allocation of water-soluble polysaccharide complex of herbs Leontodon autumnalis L. and the study of its antiproliferative activity. The water-soluble polysaccharide complex is represented by galactose, glucose, arabinose, xylose, rhamnose, galacturonic acid and one unidentified substance. It was established that the investigated water-soluble polysaccharide complex has an impact on the proliferative phase inflammations, slowing the development of granulomas.

Keywords: antiproliferative activity, granuloma, water-soluble polysaccharides, Leontodon autumnalis L.

Одной из наиболее актуальных проблем современной медицины является регуляция воспалительного процесса. Для этой цели в настоящее время применяют широкий спектр лекарственных препаратов и субстанций, действующих на различные стадии воспаления. С давних времен для устранения признаков воспаления использовали лекарственные растения. В ходе нашей работы нами впервые было изучено влияние полисахаридного комплекса травы кульбабы осенней на продуктивную стадию воспалительного процесса.

Цель работы заключалась в выделении и исследовании водорастворимого полисахаридного комплекса травы кульбабы осенней, а также в изучении его антипролиферативной активности.

Материалы и методы

Объектом исследования служила измельченная воздушно-сухая трава кульбабы осенней, заготовленная в 2013 году на территории Курской области в период массового цветения растения.

Для выделения полисахаридного комплекса воздушно-сухое измельченное сырье предварительно обрабатывали 70% спиртом этиловым для удаления полифенольных соединений.

Из шрота, оставшегося после удаления полифенольных соединений, выделяли водорастворимый полисахаридный комплекс (ВРПС). Для чего воздушно-сухой шрот экстрагировали водой в соотношении 1:20 к массе сырья при нагревании до 95°C в течение 1 часа при постоянном перемешивании. Повторное извлечение

полисахаридов проводили дважды водой в соотношении 1:10. Растительный материал отделяли центрифугированием, и объединенные извлечения упаривали до 1/5 первоначального объема. Полисахариды осаждали тройным объемом 96% спирта этилового при комнатной температуре. Выпавший плотный осадок полисахаридов отделяли, промывали 70% спиртом этиловым, ацетоном. Полученные ВРПС лиофильно высушивали [1].

Для установления моносахаридного состава ВРПС проводили его гидролиз 2 Н кислотой серной. Навеску полисахаридного комплекса (0,05) помещали в ампулу емкостью 5-10 мл, прибавляли 2,5 мл раствора кислоты серной, запаивали ампулу и гидролизовали при температуре 100-105° С в течение 6 часов. Гидролизат нейтролизовали бария карбонатом по универсальному индикатору до нейтральной реакции, отфильтровывали и осаждали спиртом этиловым 96%. Образовавшийся осадок обрабатывали катионитом КУ – 2 до кислой реакции. Разделение и идентификацию нейтральных моносахаридов проводили методом нисходящей хроматографии на бумаге в системе растворителей н-бутанол-пиридин-вода (6:4:3) параллельно со стандартными образцами сахаров. Кислые моносахара разделяли в системе растворителей этилацетат-кислота муравьиная-вода-кислота уксусная (18:1:4:3). Проявитель – анилинфталат, температура проявления 100° С, длительность проявления 10-15 минут [1].

Антипролиферативную активность ВРПС изучали на модели «ватной гранулемы» [3]. У крыс, находящихся под легким эфирным наркозом, в области спины тща-

тельно выстригали шерсть и в асептических условиях делали разрез кожи и подкожной клетчатки длиной 1-2 см. Затем пинцетом через образовавшийся разрез кожи в подкожной клетчатке формировали полость, куда помещали предварительно простерилизованный ватный шарик массой 25 мг, после чего накладывали 2 шва. Через 7 дней, на протяжении которых вводили исследуемый фитопрепарат в дозе 100 мг/кг массы животного, имплантированный шарик с образовавшейся вокруг него грануляционной тканью извлекали и высушивали до постоянной массы при t 55-60°C. Массу образовавшейся грануляционно-фиброзной ткани определяли по разнице между массами высушенной гранулы и имплантированного ватного шарика. В качестве контроля использовали воду очищенную, которую вводили в аналогичных условиях. Эксперименты проводили в соответствии с установленными документами «Об утверждении правил лабораторной практики»[2].

О выраженности антипролиферативной активности судили по разнице масс ватных шариков в контрольной группе и в группе, получавшей изучаемый полисахаридный комплекс.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований из травы кульбабы осенней выделен ВРПС, выход которого составил 7,6% от воздушно-сухого сырья.

Методом хроматографии на бумаге параллельно с достоверными образцами сахаров в исследуемом ВРПС установили наличие галактозы, глюкозы, арабинозы, ксилозы, рамнозы, галактуроновой кислоты и одного

неидентифицированного сахара.

Изучение антипролиферативной активности ВРПС показало, что в контрольной группе вес грануляционно-фиброзной ткани составил 140, 55±8,07 мг (табл. 1). Эта величина нами принята за 100%. В серии опытов под влиянием исследуемых ВРПС величина грануляционной ткани по сравнению с контрольными данными составила 41,75±8,0 мг, что приводило к достоверному снижению воспалительного процесса на 70,3%.

Таблица 1.

Влияние изучаемых ВРПС, выделенных из травы кульбабы осенней, на образование грануляционно-фиброзной ткани у крыс

Фитопрепарат	Доза	Масса сухой грануляционно-фиброзной ткани, мг	Угнетение пролиферации, %
Контроль	-	140,55±8,07	
ВРПС кульбабы осенней	100мг/кг	41,75	70,30

Выводы

1. Таким образом, из травы кульбабы осенней был выделен и исследован водорастворимый полисахаридный комплекс.

2. Установлено, что компонентный состав ВРПС травы кульбабы осенней представлен 7 моносахарами.

3. Установлено, что ВРПС кульбабы осенней оказывают влияние на пролиферативную фазу воспаления, замедляя развитие гранулемы на 70,30%.

Библиографический список

1. Бубенчикова В.Н. Состав и отхаркивающая активность водорастворимого полисахаридного комплекса шалфея мутовчатого / В.Н. Бубенчикова, Ю.А. Кондратова // Международный форум «Интегративная медицина – 2009». Сб. науч. тр. Москва, 2009. Выпуск 4. С. 242-245.
2. Приказ № 708 н от 23 августа 2010 г. «Об утверждении правил лабораторной практики».
3. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Под. общ. ред. проф. Р.У. Хабриев. М.:ОАО Изд-во Медицина, 2005. 832 с.:ил.

References

1. Bubenichikova, V.N Composition and expectorant activity of water-soluble polysaccharide complex SalviaverticillataL. / V.N. Bubenichikova, Y. A.Kondratova // International Forum "Integrative medicine - 2009." Collection of scientific papers. Moscow, 2009. Issue 4. p. 242-245.
2. Order №708 n of 23 August 2010 "On approval of rules of good laboratory practice."
3. Manual on experimental (preclinical) study of new pharmacological substances / Under. General editorship of Corresponding Member of RAMS, Professor. R.U. Khabriev M.: Publishing house of Medicine, 2005. 832 p.: il.

УДК 618.3:615.656

UDC 618.3:615.656

Н.А. КОНЫШКО

кандидат медицинских наук, доцент, кафедра факультетской терапии, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: Nkonyshko@yandex.ru

N.A. KONYSHKO

Candidate of Medicine, Associate Professor, Department of Therapy, Smolensk State Medical Academy

E-mail: Nkonyshko@yandex.ru

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ И ОЖИРЕНИЕМ

THE ANALYSIS OF THE LEFT VENTRICLE SYSTOLIC AND DIASTOLIC FUNCTIONS IN PREGNANT WOMEN WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND OBESITY

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 указанной соматической патологией в период беременности. На основании проведенных исследований выявлено, что у пациенток с артериальной гипертензией наблюдается тенденция к гиперкинетическому типу гемодинамики с увеличением фракции выброса, без увеличения конечной систолической скорости, но с уменьшением индекса ударного объема. Тогда как у беременных с ожирением на фоне увеличения конечного диастолического объема выявлено снижение фракции выброса и отсутствие нарастания индекса ударного объема, что свидетельствует о переходе адаптивного ремоделирования левого желудочка к дезадаптивному.

Ключевые слова: беременные женщины, артериальная гипертензия, гестоз, ремоделирование миокарда, ожирение.

This article presents echocardiographic hemodynamic data in pregnant women with somatic pathology: arterial hypertension and body mass index elevation. The purpose of the investigation was to study: 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. 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 pregnancy period was carried out. On the basis of the conducted investigations it is revealed, that in patients with arterial hypertension the tendency toward the hyper-kinetic type of hemodynamics, without an increase in the final systolic speed, but with the decrease of the index of impact volume is observed. In pregnant females with obesity final diastolic volume revealed reduction in the fraction of ejection and not increase of the impact volume index, that indicate passage adaptive left ventricle remediation to the disadaptive one.

Keywords: pregnant women, arterial hypertension, myocardial remediation, obesity.

Исследования проводились на кафедре факультетской терапии ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия Минздрава России», 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: гестозом, артериальной гипертензией (АГ длительность заболевания – $28,8 \pm 4,0$ недели, систолическое АД при поступлении – 165 ± 12 мм рт. ст., диастолическое АД – 86 ± 10 мм рт. ст.), ожирением (индекс массы тела $32,1 \pm 2,7$ кг/м²). Контрольную группу составила 51 беременная женщина в аналогичном возрастном диапазоне без клиники соматической патологии и указаний на нее в анамнезе. Критерием включения в основную группу являлись наличие указанной выше патологии в период беременности, живого плода, согласие пациентки на обследование.

Критерии исключения из исследования.

1. Данные анамнеза и/или клинического обследо-

вания, 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.
5. Ожирение неалиментарной природы.
6. Сахарный диабет.
7. Системные заболевания соединительной ткани.
8. Тяжелая форма гестоза
9. Тяжелая экстрагенитальная патология.
10. Отказ пациентки от участия в исследовании, наличие у пациентки особенностей поведения, не устраивающих исследователя.
11. Цереброваскулярные и онкологические заболевания диагностировались специалистами на догоспитальном этапе.

При анализе характеристик систолической функции левого желудочка у пациенток, вошедших в различные клинические группы, были выявлены в той или иной степени выраженные ее нарушения, более зна-

чительные у пациенток с ожирением и артериальной гипертензией.

Как видно из представленных в таблице 1 данных, у беременных с артериальной гипертензией на фоне роста значений минутного объема регистрировалось увеличение значений VCF ($p = 0,046$) и тенденция к повышению фракции выброса (ФВ, $p = 0,088$) при практически не отличимых от контроля значениях индекса конечного диастолического объема (ИКДО) и некотором повышении конечной систолической скорости (КСС), что может свидетельствовать о «нормострессовом», т.е. адаптивном характере ремоделирования ЛЖ, направленного на сохранение нормальной гемодинамики.

Достоверное в сравнении с контрольной группой снижение индекса ударного объема (ИУО, $p = 0,001$) у данной категории пациентов свидетельствует о напряжении компенсаторных механизмов ремоделирования левого желудочка и начальных явлениях систолической дисфункции. У пациенток с ожирением наблюдался достоверный рост объемного показателя левого желудочка - ИКДО ($p = 0,032$) и отсутствие увеличения значений ФВ в сочетании с низким ИУО ($p = 0,038$), что при тенденции к увеличению величины индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) и изменений нормальной геометрии отделов сердца может свидетельствовать о систолической дисфункции, нарушении реализации закономерности Франка-Старлинга и тенденции к переходу от адаптивного ремоделирования камер сердца к дезадаптивному, вследствие стабильной перегрузки камер сердца, обусловленных ожирением.

В результате исследования выявлено, что у беременных исследуемых групп имеется систолическая дисфункция и неблагоприятная тенденция к прогрессирующему

(параллельно ремоделированию левых камер сердца) снижению сократительной и насосной функции левого желудочка. При этом можно ожидать быстрого нарастания систолической дисфункции левого желудочка с переходом адаптивного ремоделирования к дезадаптивному у беременных с ожирением, имеющих более выраженные изменения геометрии левых камер сердца, нежели у пациенток с гипертензией первой-второй степени.

Кроме того, изменения, выявленные в структурно-геометрических показателях левого желудочка в исследуемых клинических группах, могут указывать на то, что основным типом его ремоделирования у беременных с увеличенным индексом массы тела является эксцентрический вариант гипертрофии левого желудочка.

Отсутствие снижения систолической функции у пациентов с артериальной гипертензией может объясняться молодым возрастом обследованных беременных (средний возраст составлял около 30 лет), небольшой степенью и длительностью заболевания, т.е. отсутствием влияния всей совокупности факторов.

Для исследования диастолической функции левого желудочка был проведен анализ ряда параметров, позволяющих, с одной стороны, дать оценку активной релаксации, с другой – жесткости миокарда левого желудочка (табл. 2).

При исследовании активной релаксации миокарда у беременных изменения были выявлены в обеих группах. На нарушение фазы активной релаксации у наблюдаемых независимо от наличия или отсутствия гипертензии указывало достоверное снижение в сравнении с контролем пиковой скорости Е ($p = 0,003$ и $0,019$ соответственно) на фоне достоверного роста в исследуемых клинических группах в сравнении с контролем значений IVRT ($p = 0,0001$ и $0,0001$). Учитывая, что при повышении давления

Таблица 1.

Основные параметры систолической функции левого желудочка у беременных женщин с артериальной гипертензией и с ожирением в сравнении с группой контроля

Группы Признаки	Контрольная группа (1, n = 51)	Группа с артериальной гипертензией (2, n = 30)	Группа с ожирением (3, n = 60)	p (1-2)	p (2-3)	p (1-3)
ИКДО, мл/см2	47,03 (45,05-51,66)	53,33 (48,49-57,84)	56,04 (48,18-74,71)	0,067	0,032*	0,166
ИКСО, мл/см2	24,1 (16,23-27,83)	18,55 (16,63-21,48)	24,11 (15,32-33,33)	0,0001*	0,947	0,127
ИУО, мл/м2	39,18 (34,28-46,65)	33,59 (30,95-36,27)	33,30 (30,24-40,88)	0,001*	0,038*	0,757
МО, л	5,4 (4,18-4,93)	6,01 (4,60-6,99)	6,5 (5,02-6,95)	0,003*	0,0001*	0,003*
ФВ, %	59,1 (56,0-74,18)	65,76 (61,0-67,0)	56,95 (53,80-68,31)	0,594	0,424	0,088
СИ, л/м2	2,06 (2,38-2,73)	2,55 (2,44-3,25)	2,74 (2,443,03)	0,125	0,062	0,658
ISF, %	31 (29,08-43)	33,76 (32,24-36,78)	30,61 (27,97-38,29)	0,670	0,335	0,144
VCF, сек»1	1,0 (0,95-1,10)	1,15 (0,98-1,41)	1,01 (0,86-1,41)	0,046*	0,961	0,328
КСС, дин/см2	168,46 (156,35-184,81)	166,07 (134,68-176,41)	153,55 (4 40,37-201,41)	0,280	0,509	1,000
ФВ/КСС усл. ед.	0,35 (0,31-0,41)	0,44 (0,36-0,57)	0,37 (0,27-0,56)	0,009*	0,621	0,223
ФВ/КДС усл. ед.	0,40 (0,36-0,46)	0,37 (0,32-0,40)	0,32 (0,25-0,39)	0,010*	0,007*	0,201
КСС/ИКДО усл. ед.	3,33 (3,12-3,51)	3,04 (2,50-3,50)	2,67 (2,37-3,14)	0,180	0,002*	0,112
КДС/ИКДО усл. ед.	2,9 (2,28-3,54)	3,48 (2,90-4,12)	3,12 (2,98+3,5)	0,0001*	0,0001*	0,545

Таблица 2.

Основные параметры диастолической функции левого желудочка у беременных женщин с артериальной гипертензией и с ожирением в сравнении с группой контроля

Группа Признаки	Контрольная группа (к, n=51)	Группа с артериальной гипертензией (1, n = 30)	Группа с ожирением (2, n = 60)	p (1-к)	p (2-к)	p (1-2)
E, м/с	0,69 (0,68-0,82)	0,63 (0,54+0,72)	0,6 (0,41+0,73)	0,003*	0,019*	0,444
IVRT, с	0,072 (0,071-0,074)	0,089 (0,081+99)	0,099 (0,082+0,104)	0,0001*	0,0001*	0,244
A, м/с	0,30 (0,29+0,40)	0,6 (0,46+0,71)	0,63 (0,51+0,7)	0,0001*	0,0001*	0,465
E/A ЛЖ, усл. ед.	2,33 (2,0+2,38)	1,05 (0,79+1,43)	0,9 (0,67+1,27)	0,0001*	0,0001*	0,130
DT, с	0,18 (0,18+0,19)	0,2 (0,17+0,23)	0,22 (0,20+0,24)	0,486	0,0001*	0,043*
КДС, дин/см2	152,05 (143,68+162,92)	173,51 (160,88+198,49)	192,23 (160,93+228,66)	0,0001*	0,001*	0,376

в аорте IVRT увеличивается, оно было откорректировано. При этом была отмечена сохранность достоверности различий данного показателя беременных с соматической патологией в сравнении с контрольной группой ($p = 0,032$ и $p = 0,007$). Уменьшение скорости пика E, свидетельствующее о нарушении процесса активной релаксации и замедлении снижения давления в левом желудочке в раннюю диастолу, также было откорректировано по систолическому артериальному давлению. При этом статистическая достоверность различий значений клинических групп по сравнению с контрольной сохранилась (для группы с артериальной гипертензией $p = 0,004$, а для больных ожирением $p = 0,026$).

Как видно из таблицы 2, основные и производные величины, характеризующие жесткость левого желудочка у больных с артериальной гипертензией, существенно отличались от значений контрольной группы и свидетельствовали об имеющемся у них снижении эластичности миокарда.

Наиболее чувствительными показателями, отражающими жесткость ЛЖ, явились: пиковая скорость A, которая оказалась достоверно увеличена в обеих группах наблюдаемых по сравнению с контрольной ($p = 0,0001$ и $0,0001$), соответственно соотношение E/A, которое достоверно снижалось у пациенток обеих групп в сравнении с контролем. А также достаточно часто используемый параметр для оценки жесткости миокарда время замедления пиковой скорости пассивного наполнения левого желудочка (DT), значения которого оказались достоверно выше, чем в контроле только у пациенток с увеличенным индексом массы тела, и, что особенно важно, в сравнении с пациентками с гипертензией беременных.

Достоверные различия в сравнении с контролем выявлены в показателе конечной диастолической скорости (КДС), который отражает напряжение стенки левого желудочка в конце диастолы и свидетельствует о выраженности снижения эластичности миокарда ЛЖ. Значения вышеуказанного показателя оказались достоверно выше у пациенток обеих клинических групп.

Следует отметить, что нарушение диастолической функции с уменьшением соотношения E/A наблюдалось в каждом четвертом случае (26,6%) у пациенток с ожирением и в каждом третьем (33,3%) у больных АГ

($\chi^2=0,001$; $p=0,971$).

Учитывая вклад гипертрофии миокарда левого желудочка в нарушение его расслабления, проведено сравнение показателей диастолической функции у беременных с гипертензией при нормальных значениях ИММЛЖр с параметрами контрольной группы. При этом было установлено, что даже при отсутствии гипертрофии левого желудочка у пациенток обеих клинических групп имелись достоверные отличия в индексах, отражающих жесткость миокарда: E/A ($p = 0,0001$ и $0,0001$) и активное расслабление ЛЖ: IVRT ($p = 0,0001$ и $0,037$), по сравнению с группой контроля, тогда как DT достоверно отличалось от значений контрольной группы только у наблюдаемых с высоким индексом массы тела ($p = 0,040$).

Представленные данные сравнительного анализа пациенток с ожирением и с артериальной гипертензией свидетельствовали о наличии у них диастолической дисфункции как с нарушением активной релаксации, так и с повышением жесткости миокарда ЛЖ, при этом в большей степени у беременных при наличии АГ.

Диастолическая функция правого желудочка оценивалась по соотношению скоростей транстрикуспидальных потоков в период раннего и позднего его наполнения. Исследование было проведено не у всех беременных, так как изучение функции правого желудочка имело ряд ограничений в связи с трудностями его визуализации. При анализе растяжимости правого желудочка было установлено достоверное уменьшение соотношения E/A ПЖ как у пациенток с гипертензией (1,25 (1,06-1,41) м/с; $p = 0,003$), так и у тучных дам (1,22 (1,00-4,40); $p = 0,008$) по сравнению с контрольной группой (1,51 (1,43-4,52)), при этом внутригрупповых различий E/A ПЖ выявлено не было ($p = 0,458$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что диастолическая дисфункция правого желудочка у женщин с ожирением развивается даже при отсутствии прочих факторов метаболического синдрома.

Кроме изменения эластических свойств левого и правого желудочков у беременных с ожирением наблюдалось увеличение жесткости артерий, косвенно отражающееся повышением отношения $AD_{пульс}/УО$ у пациенток обеих групп ($p = 0,005$ и $p = 0,035$ соответственно).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что процессы функционального ремоделирования левого желудочка у беременных женщин с ожирением запускаются намного раньше, чем развиваются другие симптомы метаболического синдрома (артериальная гипертензия и нарушения углеводного обмена). При этом у беременных пациенток с артериальной гипертензией наблюдается тенденция к гиперкинетическому типу гемодинамики с увеличением значений VCF и тенденцией к повышению фракции выброса, без увеличения конечной систолической скорости, при отсутствии изменений индекса ударного объема. Тогда как у беременных с ожирением на фоне увеличения объемного показателя левого желудочка – индекса конечного диастолического объема выявлено

снижение фракции выброса и отсутствие нарастания индекса ударного объема, что свидетельствует о переходе адаптивного ремоделирования левого желудочка к дезадаптивному, сопровождающемуся систолической дисфункцией.

У пациенток обеих клинических групп были выявлены изменения параметров, характеризующих активное расслабление левого желудочка и его эластичность. При этом у пациенток с ожирением наблюдалось нарастание жесткости миокарда по сравнению со второй группой, что может обуславливать трудность коррекции диастолической дисфункции у данной категории беременных, так как большинство лекарственных препаратов воздействует на активное расслабление левого желудочка.

Библиографический список (References)

1. Ahima R.S. Trends of the Endocrinology and Metabolism . 2006. N. 11. Pp. 327–332.
2. Ahmad S, Ahmed A. Circulation Research. 2004. V. 95. Pp. 884–891.
3. Gale S.M. Nutrition. 2004. V. 134. Pp. 295–298.
4. Heitmann B.L. Obesity Relation Metabolic Disorders. 2000. V. 24. Pp.1347–1352.
5. Kershaw E.E. Clinical Endocrinology Metabolism. 2004. V. 89. Pp. 2548–2556.
6. Konno S.C., Benicio D'Aquino M.H. Revista Saude Publica. 2007. V. 41. N 6. Pp. 995–1002.
7. Laraia B.A., Bodnar L.M. Public Health Nutrition. 2007. V. 10. N 9. Pp. 920–926.
8. Nogueiras R., Gualillo O. Obesity Research. 2003. V. 11. N 3. Pp.408–414.
9. Poon L.C., Kametas N.A. Hypertension. 2009. V. 53. N 5. Pp. 812–8.
10. Rasmussen K.M. Annual Review of Nutrition. 2007. V. 27. Pp. 103–121.
11. Rath W., Fischer T. Deutsches Arzteblatt. 2009. V. 106. N 45. Pp. 733–738.
12. Redman C.W., Sargent I.L. Science. 2005. N 10. Pp.5728.
13. Roberts J.M., Pearson G., Cutler J., Lindheimer M. Hypertension. 2003. V. 41. Pp. 437–445.
14. Siega-Riz A.M., King J.C. Journal of the American Dietetic Association. 2009. V. 109. N 5. Pp. 918–927.
15. Wallace J., Bourke D., Da Silva P. Reproduction. 2001. V. 122. Pp. 347–357.
16. Wang J.X., Davies M. British Medical Journal/ 2000. V. 321. Pp. 1320–1321.
17. Weisberg S.P., McCann D., Desai M. Journal Clinical Investigation 112. 1796–1808.
18. WHO. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva: World Health Organization. 2000. Report No.: WHO Technical Report Series. N 894.
19. Yekta Z., Ayatollahi H. BMC Pregnancy Childbirth. 2006. N 4. Pp.6–15.
20. Yu Ch.H.,... American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2005. V. 193. Pp.429–436.
21. Zhou Y. et al. American Journal of the Pathology. 2002. V. 160. N 4. Pp. 1405–1423.

УДК 616.853:616-053.3

UDC 616.853:616-053.3

М.Ю. КОРОТКИХ

кандидат медицинских наук, доцент, кафедра психиатрии и неврологии, Орловский государственный университет
E-mail: m.korotkich@gmail.com

А.С. СТУПИН

студент медицинского института, Орловский государственный университет
E-mail: stupin.lesha2011@yandex.ru

M.YU. KOROTKIKH

Candidate of Medicine, Associate Professor of Psychiatry and Neurology Department, Orel State University
E-mail: m.korotkich@gmail.com

A.S. STUPIN

Student of Medical Institute, Orel State University
E-mail: stupin.lesha2011@yandex.ru

СВЯЗАННОЕ СО ЗДОРОВЬЕМ КАЧЕСТВО ЖИЗНИ ДЕТЕЙ С ЭПИЛЕПСИЕЙ

HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE FOR CHILDREN WITH EPILEPSY

В статье представлены результаты создания русскоязычной версии опросника качества жизни, связанного со здоровьем детей с эпилепсией (CHEQOL). Проведены перевод на русский язык и кросс-культуральная адаптация опросника. Для проверки психометрических свойств русскоязычной версии опросника исследованы результаты опроса 30 детей с эпилепсией в возрасте от 8 до 15 лет и их родителей.

Ключевые слова: эпилепсия, качество жизни, дети, CHEQOL.

The article gives the results of creation a Russian version of questionnaire Health-Related Quality of Life Measure for Children with Epilepsy (CHEQOL). The translation of the special questionnaire was made, and cross-cultural adaptation was carried out. For checking psychometrical properties of the Russian version of questionnaire the results of interviewing 30 children with epilepsy and their parents were studied. The age of patients was from 8 to 15 years.

Keywords: epilepsy, quality of life, children, CHEQOL.

Эпилепсия – заболевание головного мозга, характеризующееся стойким предрасположением к генерированию эпилептических приступов и нейробиологическими, когнитивными, психологическими и социальными последствиями этого состояния [2]. Начало эпилепсии в детском возрасте создаёт наибольший риск серьёзных психосоциальных последствий. Важной составляющей лечения детей с эпилепсией является создание возможности ребёнку и его семье вести жизнь, максимально свободную от медицинских и психосоциальных осложнений эпилепсии. Для достижения этой задачи необходимо контролировать не только эпилептические приступы, но учитывать и социальные, психологические, поведенческие, образовательные факторы, влияющие на жизнь как самих детей с эпилепсией, так и членов их семей и близких им людей [4]. В последние годы разработаны и используются разнообразные методики исследования качества жизни (КЖ) людей с эпилепсией.

Целью настоящего исследования является создание русскоязычной версии опросника качества жизни, связанного со здоровьем детей с эпилепсией Health-Related Quality of Life Measure for Children with Epilepsy (CHEQOL), с последующим изучением на его основе КЖ детей с эпилепсией.

Материал и методы исследования

Критерий качества жизни детей с эпилепсией: опросник для детей (Quality of Life Instrument in Childhood Epilepsy: Child Questionnaire) и Критерий качества жизни детей с эпилепсией: опросник для родителей (Quality of Life Instrument in Childhood Epilepsy: Parent/Primary Caregiver Questionnaire) включают по 67 во-

просов отдельно для детей с эпилепсией и их родителей, что позволяет оценивать КЖ как со стороны родителей ребёнка, так и самого ребёнка с эпилепсией. Использование опросника возможно в возрастном диапазоне от 8 до 15 лет. Опросник разработан Dr. Gabriel M. Ronen и коллегами (Университет McMaster, Hamilton, Ontario, Canada). Первоначальный вариант опросника (CHEQOL-25) включал 25 вопросов и среди опубликованных опросников КЖ, связанного со здоровьем (Health-Related Quality of Life – HRQL) детей и подростков, при сравнительном анализе содержательной валидности, оказался одним из самых лучших и надёжных разработок последнего десятилетия. Валидность и надёжность опросника были подтверждены [5]. Внутренняя согласованность оценки КЖ детей родителями *proxy-report* и оценки собственного КЖ самими детьми *self-report* находилась в диапазонах 0,64-0,86 и 0,63-0,84 соответственно. При повторном тестировании – в диапазонах 0,60-0,81 и 0,59-0,69 соответственно [5, 7].

Новая версия опросника CHEQOL является экспериментальной, англоязычной и содержит 67 вопросов. Идея использовать опросник из 67 пунктов состоит в том, чтобы узнать, выделятся ли в выборке методом факторного анализа те же субшкалы, что и при использовании опросника CHEQOL-25. При выявлении ненужных («пустых») пунктов они будут удалены из опросника. Помимо этого предполагается, что возможно, путем факторного анализа, будет выделен добавочный фактор, специфичный для российской выборки.

Для перевода на русский язык, кросс-культуральной адаптации и проведения данного исследования в России было получено специальное лицензионное разреше-

ние от McMaster Industry Liaison Office at McMaster University.

В настоящее исследование были включены дети с эпилепсией в возрасте от 8 до 15 лет и их родители. Критерием исключения являлись выраженное снижение интеллекта и недостаточное знание русского языка. Для исследования использовался тест Векслера – вариант WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children). Интеллектуальное соответствие детей, включённых в исследование, было 70 баллов и более.

Участие в исследовании являлось полностью добровольным. Решение о том, согласиться на участие в исследовании или нет, принимали сами дети и их родители. Участники подписывали информированное согласие. При этом обеспечивалась конфиденциальность информации. Предварительно дети и родители инструктировались врачом о методике заполнения опросника. Дети заполняли опросник отдельно от родителей и под контролем медицинского работника. Клинические карты и медико-социальные аспекты заполнялись врачом параллельно с оценкой КЖ.

Статистический анализ результатов проводился на стандартном IBM-совместимом компьютере с обработкой материала по группам и с помощью статистических программ Excel 2007 и Statistica.

Результаты исследования и их обсуждение

Перевод опросника CNEQOL и кросс-культуральная адаптация были проведены в несколько последовательных этапов согласно международным стандартам [1, 3, 6] и полученным рекомендациям от разработчика опросника (Gabriel M. Ronen, персональное общение).

Первый этап состоял в переводе опросника CNEQOL с английского языка на русский двумя независимыми квалифицированными переводчиками. Переводчики были осведомлены о цели использования предложенного материала.

На втором этапе предварительные версии переводов опросника были использованы при опросе двух фокус-групп (каждая из 8 детей). Упор делался на понимание вопросов детьми, адаптацию вопросов к детскому

языку, возможности применения вопросов у детей с эпилепсией.

Третий этап заключался в согласовании двух версий перевода и принятии общей версии с устранением всех расхождений.

На четвёртом этапе был проведен обратный перевод на английский язык двумя независимыми носителями английского языка. Переводчики не были осведомлены о цели использования и концепции предложенного материала.

На пятом этапе проводилась экспертиза двумя независимыми специалистами в области эпилептологии, владеющими русским и английским языками. Каждым экспертом проводилась оценка перевода, устранялись расхождения, неуместные элементы перевода. Определялось, является ли перевод полностью понятным и имеется ли межкультурная эквивалентность оригинального текста и окончательного варианта перевода.

На заключительном этапе проводилась проверка психометрических свойств перевода.

В окончательный анализ были включены ответы 30 детей и их родителей (во всех случаях опросник заполняли матери). Средний возраст детей составил $11,93 \pm 2,74$ года.

Генетическая эпилепсия имела место у 8 (26,7%) детей, из них в 4 случаях была доброкачественная эпилепсия с центро-темпоральными спайками (роландическая), у 2 детей – детская абсансная эпилепсия, у 1 – ювенильная абсансная эпилепсия, в 1 случае – ювенильная миоклоническая эпилепсия. Структурная фокальная эпилепсия была у 7 (23,3%) детей, эпилепсия с неизвестной причиной – у 15 (50%).

Возраст пациентов на момент дебюта эпилепсии был от 3 до 12 лет (средний – $8,50 \pm 2,75$ года). Средняя продолжительность течения эпилепсии к началу исследования составила $3,36 \pm 1,32$ года.

У 23 (76,6%) детей была достигнута медикаментозная ремиссия. В период проведения исследования 22 (73,3%) пациента находились на монотерапии (окскарбазепин, карбамазепин, вальпроаты, топирамат, ламотриджин), 8 (26,7%) детей получали дуотерапию

Таблица.

Соответствие между оценкой КЖ детьми и родителями

Субшкала	Коэффициент Кронбаха α	Коэффициент Кронбаха α (повторно)
Родительская оценка КЖ ребёнка (Proxy-Report)		
Межличностные отношения	0,70	0,69
Тревога/озабоченность	0,66	0,64
Внутриличностные последствия	0,69	0,68
Сохранение эпилепсии в тайне	0,68	0,66
Оценка ребёнком собственного КЖ (Self-Report)		
Межличностные отношения	0,70	0,68
Тревога/озабоченность	0,73	0,70
Внутриличностные последствия	0,71	0,69
Сохранение эпилепсии в тайне	0,66	0,66

противоэпилептическими препаратами (карбамазепин, вальпроаты, топирамат, леветирацетам, этосуксимид) в различных комбинациях.

Проведенный факторный анализ позволил выделить четыре фактора, которые дети и родители считают наиболее важными в отношении КЖ: 1) межличностные отношения; 2) тревога/озабоченность (неопределённость будущего); 3) внутриличностные/эмоциональные последствия (страх перед болезнью, психо-эмоциональная слабость из-за болезни); 4) сохранение эпилепсии в тайне.

Внутренняя согласованность (коэффициент Кронбаха α) оценки КЖ детей родителями (*proxy-report*) и оценки собственного КЖ самими детьми (*self-report*) находилась в диапазонах 0,66-0,70 и 0,66-0,73 соответственно. В половине шкал значения достигли 0,70 и выше. Значения, которые не достигали 0,70, колебались меж-

ду 0,66 и 0,69. Устойчивость результатов была проведена повторным тестированием через 14 дней после первого опроса. Внутренняя согласованность *proxy-report* и *self-report* находилась в диапазонах 0,64-0,69 и 0,66-0,70 соответственно (Таблица). Из 67 вопросов опросника высоконагруженными по корреляциям нами выделены 34.

Полученные данные позволили нам выделить те же субшкалы, что и при использовании англоязычной версии опросника CHEQOL-25. На данном этапе исследования не был выделен какой-либо дополнительный фактор. Результаты использования русскоязычной версии опросника CHEQOL являются предварительными, и для подтверждения психометрических свойств данной версии необходимы дальнейшие широкомасштабные исследования.

Библиографический список (References)

1. Bowden A., Fox-Rushby J.A. A systematic and critical review of the process of translation and adaptation of generic health-related quality of life measures in Africa, Asia, Eastern Europe, the Middle East, South America. Soc. Sci. Med. 2003; №57. Pp. 1289-1306.
2. Fisher R.S., van Emde Boas W., Blume W. et al. Epileptic seizures and epilepsy: definitions proposed by the International League Against Epilepsy (ILAE) and the International Bureau for Epilepsy (IBE). Epilepsia 2005; №46. Pp. 470-472.
3. Maneesriwongul W., Dixon J.K. Instrument translation process: a methods review. J. Adv. Nurs. 2004; №48. Pp. 175-186.
4. Ronen G.M., Streiner D.L., Rosenbaum P. Health-related quality of life in childhood epilepsy: moving beyond 'seizure control with minimal adverse effects'. Health and Quality of Life Outcome 2003; №1. Pp. 1-36.
5. Ronen G.M., Streiner D.L., Rosenbaum P., the Canadian Paediatric Epilepsy Network. Health-related quality of life in children with epilepsy: development and validation of self-report and parent proxy measure. Epilepsia 2003; № 44. Pp. 598-612.
6. Wild D., Grove A., Martin M. et al. Principles of Good Practice for the Translation and Cultural Adaptation Process for Patient-Reported Outcomes (PRO). Value Health 2005; 8: №2. Pp. 94-104.
7. Yam W.K., Ronen G.M., Cherk S., et al. Health-related quality of life of children with epilepsy in Hong Kong: How does it compare with that of youth with epilepsy in Canada? Epilepsy Behav. 2008; 12: №3. Pp. 419-426.

УДК 618.3+616-07

UDC 618.3+616-07

А.С. КОСОВА

аспирант, кафедра акушерства и гинекологии, Орловский
государственный университет
E-mail: annasergi@rambler.ru

Р.Н. СТЕПАНОВА

доктор медицинских наук, профессор, кафедра акушерства
и гинекологии, Орловский государственный университет
E-mail: rimmans2006@rambler.ru

Л.П. ТАРАСОВА

кандидат медицинских наук, доцент, кафедра акушерства
и гинекологии, Орловский государственный университет
E-mail: gorroddom@mail.ru

Н.Н. СМОЛЕЧКОВА

аспирант, кафедра акушерства и гинекологии, Орловский
государственный университет
E-mail: nataliya85@yandex.ru

A.S. KOSOVA

Graduate student, Department of obstetrics and gynecology,
Orel state university
E-mail: annasergi@rambler.ru

R.N. STEPANOVA

Doctor of medical sciences, professor, Department of obstetrics
and gynecology, Orel state university
E-mail: rimmans2006@rambler.ru

L.P. TARASOVA

Candidate of medical sciences, associate professor, Department
obstetrics and gynecology, Orel state university
E-mail: gorroddom@mail.ru

N.N. SMOLECHKOVA

Graduate student, Department of obstetrics and gynecology,
Orel state university
E-mail: nataliya85@yandex.ru

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ И АНАМНЕСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ПОВЫШЕНИЕМ РИСКА РАЗВИТИЯ ПРЕЭКЛАМПСИИ (ПЭ)

IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF SOCIO-BIOLOGICAL FACTORS AND MATERNAL HISTORY ASSOCIATED WITH INCREASED RISK OF PREECLAMPSIA (PE)

Цель. Оценка в I-м триместре гестации величины прогностического потенциала социально-биологических и анамнестических данных матери для предсказания развития ПЭ в позднюю беременность.

Дизайн исследования. Ретроспективный анализ 855 историй родов, 855 индивидуальных карт развития беременности и 866 историй развития новорожденного, родившихся в Орловском городском родильном доме с 01.01.2008 по 31.12.2011 года. Для оценки предиктивной способности изучаемых факторов риска рассчитывали соотношение шансов (OR) с 95% доверительным интервалом (CI), атрибутивный риск (AR) и популяционный атрибутивный риск (PAR).

Результаты. Всего живыми родились 866 детей, включая 11 двоен. 363 ребенка родились у матерей с ПЭ. У 353 исследованных женщин (41,29%) гестация осложнилась ПЭ, из них у 36 (4,21%) – нефропатией и преэклампсией. В 5 (0,6%) случаях отмечена ранняя манифестация (27 – 34-х недель) осложнения. Доля кесаревых сечений, выполненных по поводу ПЭ, составила 5% от общего количества этих операций. Чувствительность (Ч) прогноза задержки роста плода (ЗРП) составила 60,76%, положительная прогностическая ценность (ППЦ) – 13,22%, OR – 2,32 (95% CI 1,44 – 3,73), AR – 7,06%, PAR – 3% (p=0,0005). Наиболее тесно связанными с повышением частоты ПЭ оказались следующие факторы риска: возраст матери 31 – 35 лет (Ч 35,13%; ППЦ 72,51%; OR 5,24; AR 39,03%; PAR 7,81%), индекс массы тела (ИМТ) > 30 кг/м² (Ч 30,88%; ППЦ 91,60%; OR 21,98; AR 58,44%; PAR 8,14%), ПЭ в анамнезе (Ч 3,12%; ППЦ 80,0; OR 8,77; AR 48,69%; PAR 9,98), заболевания почек (Ч 39,38%; ППЦ 65,26%; OR 3,76; AR 31,93%; PAR 7,96%), гипертоническая болезнь (Ч 6,23%; ППЦ 70,91%; OR 3,64; AR 30,74%; PAR 1,12%). Такие материнские показатели, как возраст матери >31 года, среднее образование, первая беременность, интервал между родами >10 лет, ПЭ в анамнезе; ИМТ >25,0 кг/м², многоплодная беременность, заболевания почек, гипертоническая болезнь, систолическое артериальное давление (СД) ≥130 мм рт.ст., повышают риск возникновения ПЭ в позднюю беременность в 2-15 раз.

Закключение. Оценка влияния факторов риска способствует отбору из популяции беременных, которым с высокой степенью вероятности грозит развитие ПЭ. Идентификация женщин, имеющих изученные факторы, позволяет отобрать беременных в группу высокого риска клинической манифестации ПЭ, именно этим матерям показаны превентивные мероприятия.

Ключевые слова: преэклампсия, факторы риска, прогнозирование, популяционный атрибутивный риск.

Objective. To evaluate in the first trimester the prognostic potential of socio-biological characteristics and mother's anamnesis dates to predict the development of PE in late pregnancy.

Study Design. Retrospective analysis of 855 stories of childbirth, 855 individual medical records the development of pregnancy and 866 stories development of the newborn born in Orel City Maternity Hospital from 01.01.2008 to 31.12.2011. To assess the predictive ability of the studied risk factors were calculated odds ratio (OR) with 95% confidence intervals (CI), attributable risk (AR) and population attributable risk (PAR).

Results. Total 866 children were born alive, including 11 twins. 363 babies were born to mothers with PE. We studied 353 women (41.29%) gestation complicated by PE, of whom 36 (4.21%) - nephropathy and preeclampsia. In 5 (0.6%) cases noted the earliest manifestation (27 - 34 weeks) complications. The share of caesarean sections performed for PE was 5% of the total number of these operations. Sensitivity (S) prediction of fetal growth retardation (FGR) was 60.76%, positive predictive value (PPV) – 13.22%, OR – 2.32 (95% CI 1.44 – 3.73), AR – 7.06%, PAR – 3% (p = 0.0005). Most closely associated with an increased frequency of PE were the following risk factors: maternal age 31–35 years (S 35.13%; PPV 72.51%; OR 5.24; AR 39.03%; PAR 7.81%), the body mass index

(BMI) > 30 kg/m² (S 30.88%; PPV 91,60%; OR 21,98; AR 58,44%; PAR 8,14%), a history of PE (S 3.12%; PPV 80,0; OR 8,77; AR 48,69%; PAR 9,98), kidney disease (S 39.38%; PPV 65,26%; OR 3,76; AR 31,93%; PAR 7,96 %), hypertension (S 6.23%; PPV 70,91%; OR 3,64; AR 30,74%; PAR 1,12%). Such indicators as maternal age, maternal > 31 year, secondary education, primigravida, the interval > 10 years between delivery, a history of PE; BMI > 25,0 kg/m², multiple pregnancy, kidney disease, hypertension, systolic blood pressure (SD) ≥ 130 mmHg increase the risk of PE in late pregnancy in 2–15 times.

Keywords: preeclampsia, risk factors, prognosis, population attributable risk.

Ежегодно на Земле от осложнений беременности и родов погибают около 600 тыс. женщин. В 12% случаев смерть матери является следствием тяжелого осложнения – ПЭ, которая в структуре причин материнской смертности занимает второе после акушерского кровотечения место. ПЭ – классическое осложнение лишь человеческой беременности. Примерно 8 млн. беременных в развивающихся и около 370 тыс. в экономически развитых странах поражаются ПЭ. В России частота гестоза в разные годы колеблется в пределах 7–22%, а в 2009 году снизилась до 17,8%, при этом тяжелых клинических форм ПЭ стало на 22,7% больше [3,10,14,37].

Причины ПЭ остаются до сего времени нерасшифрованными. В настоящее время считается, что ПЭ «зарождается» в плаценте и стартует с неадекватной инвазии цитотрофобласта в спиральные артерии децидуальной оболочки матки и завершается эндотелиальной дисфункцией всех материнских сосудов. Нарушения инвазии цитотрофобласта и ремоделирования спиральных артериол в раннюю беременность приводят к ухудшению перфузии плаценты, её патологической ишемии и гипоксии с последующим формированием плацентарной недостаточности. Плохо перфузируемая плацента продуцирует антиангиогенные и другие факторы, которые освобождаются в материнскую циркуляцию и повреждают эндотелий сосудов матери (эндотелиоз), в итоге в позднюю беременность возникают протеинурия, гипертензия и другие клинические манифестации ПЭ [2,36]. Примерно у 30% беременных, пораженных гестозом, формируется плацентарная недостаточность, следствием чего нередко являются ЗРП, мертворождение, неонатальная смертность и заболеваемость. Неонатальная заболеваемость при гестозе у матери составляет 640 – 780 промилле, а смертность – 18 – 30%. Как видно, расплата за гестоз в социальном и финансовом плане чрезвычайно высока [1,34].

ПЭ предрасполагает к таким фатальным для матери осложнениям, как преждевременная отслойка нормально расположенной плаценты (ПОНРП), респираторный дистресс взрослых, острая почечная недостаточность, инсульт, диссеминированное внутрисосудистое свертывание, HELLP-синдром, тромбоэмболия легочной артерии. Перенесшие ПЭ женщины имеют повышенный риск преждевременной смерти, смерти от ишемической болезни сердца, кардиоваскулярных заболеваний, включая ИБС и гипертензию, фатальный инсульт, венозные тромбозы; поражения почек, диабет, гипотиреозидизм, метаболический синдром, когнитивные нарушения [18,32].

Этиологического лечения ПЭ не существует, однако патогенетически гестоз, как установлено в настоящее время, обусловлен наличием плаценты, поэтому един-

ственным этиотропным видом терапии в наше время является быстрое бережное родоразрешение преимущественно кесаревым сечением и удаление плаценты [3,4,16]. Кесарево сечение – полостная операция, при ней возможны серьезные интра- и постоперационные осложнения, продолжительная госпитализация, значительные материальные затраты. По-видимому, необходим иной стратегический подход к решению проблемы ПЭ, а именно – научиться уже в раннюю беременность прогнозировать возможное развитие ПЭ с последующим применением профилактических мероприятий для предотвращения клинической манифестации ПЭ в позднюю беременность [5].

В настоящее время наиболее перспективными признаются превентивные технологии, включающие селекцию беременных в группу высокого риска развития ПЭ с последующей разработкой индивидуальной стратегии профилактики, предусматривающей воздействие на модифицируемые факторы риска. Перечень факторов риска ПЭ, рассматриваемых многими авторами, обширен. Вместе с тем, степень влияния одних и тех же факторов на частоту развития ПЭ, как сообщается, различная [10,12,29].

Цель исследования состояла в оценке величины прогностического потенциала социально-биологических и анамнестических данных пациенток для предсказания возможного развития у них ПЭ.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ 855 историй родов, 855 индивидуальных карт развития беременности и 866 историй развития новорожденного, родившихся в Орловском городском родильном доме с 01.01.2008 по 31.12.2011 года. Регистрировали особенности течения и осложнения гестации, материнские и перинатальные исходы. Исследования проводили с учетом положения «О юридических и этических принципах медико-биологических исследований у человека» (Бюллетень ВАК Министерства образования России, 2002, 3). Выполненная работа не ущемляла права и не подвергла опасности субъектов и соответствовала требованиям биомедицинской этики, утвержденным Всемирной медицинской ассоциацией в 2000 году.

ПЭ диагностировали в случае появления во 2-ю половину беременности признаков из триады Цангемейстера (отеки, гипертензия, протеинурия) + симптомы гипертензивной энцефалопатии + судороги, не связанные с неврологическими заболеваниями [2,11].

Всего живыми родились 866 детей, их вес при рождении конвертировали в центили; для диагностики у них ЗРП пользовались ранее опубликованными номограммами, при этом новорожденных с массой тела ниже 10 центиля учитывали как имеющих вес, меньше должно-

го для данного гестационного возраста [6].

Для выявления факторов высокого риска развития ПЭ изучили 13 показателей, характеризующих социально-биологические и анамнестические данные матери: возраст, образование, число родов, интервал между родами, ПЭ в предыдущую беременность, многоплодная беременность, ИМТ, гипертоническая болезнь, заболевания почек, табакокурение, а также величину СД, диастолического артериального давления (ДАД) и среднего артериального давления (САД), зарегистрированного не менее трех раз на врачебном приеме до беременности и/или в сроке <20 недель.

Давление крови измеряли механическим тонометром Microlife, Швейцария. САД вычисляли по формуле: $САД = (СД + 2ДАД)/3$ (Ф.Ариас, 1989).

Для статистического анализа результатов использовали программу MedCalc для Windows XP/Vista/7, version 12.2.1.0 (MedCalc Software bvba, Mariakerke, Belgium). Оценка достоверности различий между показателями в двух выборках (пациентки с ПЭ и женщины с физиологически протекающей беременностью) проводилась на основании критерия χ^2 . Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Для каждого фактора риска определяли чувствительность предсказания и положительную прогностическую ценность. С целью оценки степени влияния различных факторов на частоту возникновения ПЭ вычисляли OR (с расчетом для него 95% доверительного интервала), AR, PAR по формулам:

$$OR = a \times d / b \times c,$$

$$AR = a / (a + b) - c / (c + d),$$

$$PAR = (a + c) / q - c / (c + d), \text{ где}$$

a – число женщин, имеющих факторы риска и заболевших ПЭ,

b – число женщин без факторов риска, заболевших ПЭ;

c – число женщин, имеющих факторы риска и не заболевших ПЭ;

d – число женщин без факторов риска, не заболевших ПЭ;

q – общее число исследованных женщин.

Результаты. Среди исследованных беременных у 353 (41,29%) гестация осложнилась следующими клиническими формами ПЭ: у 317 (37,08%) – водянкой, у 36 (4,21%) – нефропатией и преэклампсией. Ранняя манифестация тяжелой ПЭ отмечена в 5 (0,6%) случаях – в 27, 28, 30, 32 и 34 недели. Выполнено 12 кесаревых сечений по поводу ПЭ, в том числе и с ранней манифестацией, что составило 5% от общего количества оперативного родоразрешения.

Оценки факторов, ассоциированных с высоким риском реализации ПЭ, представлены в таблице 1.

Возраст. Все матери были в возрасте от 17 до 42 лет, средний возраст составил 26,8 года. Среди них 26 (3,04%) женщин были подростками (возраст до 18 лет включительно), 599 (70,06%) – в возрасте от 19 до 30 лет, 171 (20%) – в возрасте от 31 до 35 лет и 59 (6,9%) женщин старше 35 лет. Для прогнозирования развития ПЭ оценивали три фактора риска, связанных с возрас-

том матери, – «юный возраст» (≤ 18 лет), возраст от 31 до 35 лет и старше 35 лет. Статистическая разница между сравниваемыми группами здоровых и заболевших беременных моложе 19 лет оказалась незначимой ($p = 0,91$). Поэтому не удалось оценить величину степени риска развития ПЭ в этой возрастной категории. Как видно из таблицы 1, у женщины в возрасте 31 – 35 лет OR ПЭ в пять раз выше, а если она старше 35 лет, то шансы возрастают в 12 раз ($p < 0,0001$).

Уровень образования. Среди матерей с ПЭ наибольшую пропорцию (66,29%) составили женщины со средним специальным образованием, 24,65% окончили среднюю школу и только 9,07% имели высшее образование. По результатам исследования, у беременных с общим средним образованием шансы развития ПЭ возрастают почти в 2 раза ($p = 0,0002$), а у лиц с высшим образованием они наименьшие.

Акушерский анамнез. Первобеременными оказались 300 (35,09%) женщин, повторнобеременными первородящими – 154 (18,01%), повторнородящими – 401 (46,9%). Среди заболевших ПЭ доля первобеременных составила 43,9%, повторнородящих 36,26%. Шансы развития ПЭ у первобеременных оказались выше почти в 2 раза по сравнению с повторнобеременными и повторнородящими ($p < 0,0001$).

У 74 (8,65%) матерей интервал между родами был более 10 лет, из них процент заболевших ПЭ составил 60,81, а OR – 2,38 ($p = 0,0005$), что подчеркивает тесную взаимосвязь данного фактора риска с развитием ПЭ.

Среди исследованных женщин 5 перенесли ПЭ в предыдущую беременность. Из них у 4-х (80%) заболевание повторилось, свидетельствуя о том, что шанс повторного развития ПЭ в настоящую беременность чрезвычайно высок – 8,77 по сравнению с матерями без отягощенного анамнеза ($p = 0,0432$). Таким образом, этот фактор риска повышает заболеваемость в популяции на 10%.

Многоплодная беременность. У 11 (1,29%) женщин диагностирована многоплодная беременность (двойня). Как показал анализ, шансы развития ПЭ у таких матерей в 14 раз выше, чем при одноплодной беременности ($p = 0,0107$).

Индекс массы тела. ИМТ исследованных колебался в пределах 16,4–37,2 кг/м²; средний ИМТ – 24,5 кг/м²; среди них с дефицитом массы тела (ИМТ < 18,5 кг/м²) оказалось 60 (7,02%) женщин, с нормальной массой тела (ИМТ 18,5 – 24,9 кг/м²) – 573 (67,02%), с избыточной массой тела (ИМТ 25,0 – 29,9 кг/м²) – 103 (12,05%), с ожирением (ИМТ 30,0 – 39,9 кг/м²) – 119 (13,91%), матерей с морбидным ожирением (ИМТ $\geq 40,0$ кг/м²) не было. При изучении связи между развитием у матери ПЭ и величиной ИМТ в начале беременности установлено, что при ИМТ 25,0 – 29,9 кг/м² шанс развития осложнения возрастает в 6 раз ($p < 0,0001$), а при ИМТ больше 30 кг/м² – почти в 22 раза ($p < 0,0001$). Судя по величине PAR, наличие фактора риска ИМТ > 30 кг/м² приводит к увеличению заболеваемости во всей популяции на 8,14%.

Таблица 1.
Факторы, ассоциированные с высоким риском реализации ПЭ

Риск ПЭ	N	Ч (%)	N	ППЦ (%)	OR	95% CI	AR (%)	PAR (%)	P
<i>Возраст:</i>									
≤ 18 лет	11/353	3,12	11/26	42,31	1,04	0,47 – 2,30	1,06	0,04	0,9145
31-35 лет	124/353	35,13	124/171	72,51	5,24	3,62 – 7,6	39,03	7,81	< 0,0001
≥ 35 лет	52/353	14,73	52/59	88,14	12,22	5,48 – 27,24	50,33	3,48	< 0,0001
<i>Уровень образования:</i>									
среднее	87/353	24,65	87/160	54,37	1,92	1,36 – 2,72	16,1	3,02	0,0002
среднеспециальное	234/353	66,29	234/521	44,91	1,47	1,11 – 1,95	9,28	5,66	0,0073
высшее	32/353	9,07	32/174	18,39	0,25	0,17 – 0,38	- 28,75	- 5,85	< 0,0001
<i>Акушерский анамнез:</i>									
Первая беременность	155/353	43,91	155/300	51,67	1,93	1,45 – 2,56			< 0,0001
Повторная беременность первые роды	70/353	19,83	70/154	45,45	1,23	0,87 – 1,75			0,2434
Повторные роды	128/353	36,26	128/401	31,92	0,48	0,36 – 0,63			< 0,0001
Интервал между родами > 10 лет	45/353	12,75	45/74	60,81	2,38	1,46 – 3,88	21,37	1,85	0,0005
ПЭ в предыдущую беременность	4/128	3,12	4/5	80,0	8,77	0,97 – 79,32	48,69	9,98	0,0432
<i>Многоплодная беременность</i>	10/353	2,83	10/11	90,91	14,61	1,86 – 24,63	50,27	0,65	0,0107
<i>ИМТ:</i>									
< 18,5 кг/м ²	19/353	5,38	19/60	31,67	0,64	0,36 – 1,12	- 10,34	- 0,72	0,0390
25,0-29,9 кг/м ²	80/353	22,66	80/103	77,67	6,1	3,75 – 9,93	41,37	4,99	< 0,0001
> 30 кг/м ²	109/353	30,88	109/119	91,60	21,98	11,3 – 42,76	58,44	8,14	< 0,0001
<i>ЭГЗ:</i>									
Гипертоническая болезнь	22/353	6,23	22/31	70,91	3,64	1,66 – 8,01	30,74	1,12	0,0013
Заболевания почек	139/353	39,38	139/213	65,26	3,76	2,71 – 5,21	31,93	7,96	< 0,0001
Табакокурение	17/353	4,82	17/83	20,48	0,33	0,19 – 0,58	- 23,04	- 2,23	0,0001

Примечание: N – абсолютные числа, Ч – чувствительность, ППЦ – положительная прогностическая ценность, OR – соотношение шансов, CI – доверительный интервал, AR – атрибутивный риск, PAR – популяционный атрибутивный риск, ЭГЗ – экстрагенитальные заболевания.

Экстрагенитальные заболевания. Из всех исследованных беременных 31 (3,63%) пациентка страдала гипертонической болезнью, 213 (24,91%) – заболеваниями почек (хронический пиелонефрит, гломерулонефрит, оперированная почка), 52 (6,08%) – хроническим тонзиллитом, заболеваниями щитовидной железы и дыхательной системы – 59 (6,9%) и 26 (3,04%) соответственно; миопией – 75 (8,77%).

Данные анализа демонстрируют, что с развитием ПЭ тесно ассоциируются такие факторы риска, как гипертоническая болезнь и заболевания почек. Женщины, страдающие этой патологией, почти в 4 раза чаще болеют ПЭ. PAR для гипертонической болезни составил 1,12%, а для заболевания почек – 7,96%. Это подтверждает необходимость своевременной диагностики и лечения болезней почек, что способно редуцировать частоту ПЭ в популяции на 8%.

Исследование показало, что 10% пациенток выкурили более 10 сигарет в день, у каждой 5-й из них развилась ПЭ в III триместре. Однако соотношение шансов заболеть ПЭ у курящих по сравнению с некурящими оказалось незначительным (OR 0,33, $p=0,0001$).

Артериальное давление. В целях предсказания развития ПЭ определяли степень связи величины $СД \geq 130$, $ДАД \geq 80$ и $САД \geq 90$. Как следует из таблицы 2, разница между всеми сравниваемыми группами статистически значима. Данные свидетельствуют о высокой степени взаимосвязи $СД \geq 130$ с развитием ПЭ и об отсутствии ее у $ДАД \geq 80$ и $САД \geq 90$. У женщин, у которых неоднократно регистрировали $СД \geq 130$ до беременности и в первые 20 недель гестации, шанс заболеть ПЭ оказался в 5 раз выше (рис. 1).

Анализ связи тяжелой ПЭ, осложнившей 36 беременностей, с факторами риска представлен на таблице 3. Результаты оценки эффективности предсказания заболевания статистически значимы только для **шести факторов риска** – возраст ≤ 18 лет, ИМТ 25 – 29,9, первая беременность, ПЭ в предыдущую беременность, гипертоническая болезнь и $СД \geq 130$. Соотношение шансов оказалось выше для $СД \geq 130$, гипертонической болезни и ПЭ в анамнезе – 5,65, 6,35 и 13,89 соответственно. Наибольший вклад в увеличение заболеваемости популяции внесли $СД \geq 130$ (PAR 3,48%) и ПЭ в анамнезе (PAR 2,44%).

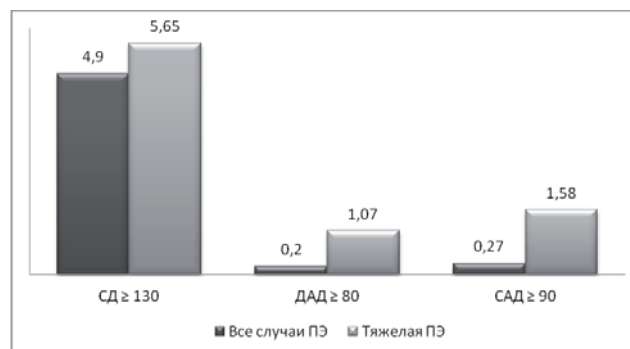


Рис. 1. Соотношение шансов (OR) ПЭ в зависимости от показателей артериального давления.

Всего живыми родились 866 детей, включая 11 двоен, 827 из них – своевременно с гестационным возрастом ≥ 38 нед. и 39 (4,5%) – с гестационным возрастом 27 – 37 недель (недоношенные). Среди доношенных детей вес при рождении соответствовал гестационному возрасту у 753 (91,1%), а у 74 (8,9%) – был ниже 50 центиля.

Из 39 (4,5%) недоношенных новорожденных у 5 (12,82%) диагностирован ЗРП, из них двое имели вес ≤ 10 центиля, их матери были поражены ПЭ. 363 ребенка рождены от матерей с ПЭ, среди них 48 (13,2%) детей с весом < 50 центиля; 503 – от здоровых, из них 31 (6,2%) ребенок с ЗРП. При ПЭ чувствительность прогноза ЗРП составила 60,76%, ППЦ – 13,22%, OR – 2,32 (95% CI 1,44–3,73), атрибутивный риск – 7,06%, популяционный атрибутивный риск – 3% ($p=0,0005$). Следовательно, у матери ПЭ повышает шансы рождения ребенка с ЗРП более чем в 2 раза, при этом атрибутивный риск составляет 7%, а популяционный – 3%.

Результаты исследования подтвердили необходимость идентификации у матери факторов риска клинической манифестации ПЭ.

Обсуждение. Клинические проявления ПЭ, как утверждают некоторые исследователи, закладываются в раннюю беременность преимущественно в виде нарушений инвазии трофобласта и ремоделирования спиральных сосудов матки, итогом чего является гипоперфузия, гипоксемия и нарушение функций формирующейся плаценты. При этом в материнскую циркуляцию выделяются патогенные факторы плацентарного происхождения, которые повреждают эндотелий сосудов

Таблица 2.

Показатели артериального давления в предсказании ПЭ

Риск ПЭ	N	Ч (%)	N	ППЦ (%)	AR (%)	PAR (%)	P
Все случаи ПЭ							
СД ≥ 130	26/353	7,37	26/34	76,47	36,64	1,46	0,001
ДАД ≥ 80	28/353	7,93	28/180	15,56	- 32,59	- 6,86	$< 0,0001$
САД ≥ 90	37/353	10,48	37/189	19,58	- 27,87	- 6,16	$< 0,0001$
Тяжелая ПЭ							
СД ≥ 130	6/36	16,67	6/34	17,65	16,92	3,48	0,0004
ДАД ≥ 80	8/36	22,22	8/180	4,44	0,29	0,06	0,86
САД ≥ 90	11/36	30,56	11/189	5,82	2,07	0,46	0,22

Примечание: СД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, САД – среднее артериальное давление, N – абсолютные числа, Ч – чувствительность, ППЦ – положительная прогностическая ценность, OR – соотношение шансов, CI – доверительный интервал, AR – атрибутивный риск, PAR – популяционный атрибутивный риск.

Таблица 3.

Взаимовлияние факторов высокого риска манифестации 36 случаев тяжелой ПЭ

Риск ПЭ	N	Ч (%)	N	ППЦ (%)	OR	95% CI	AR (%)	PAR (%)	P
<i>Возраст:</i>									
≤ 18 лет	3/36	8,33	3/26	11,54	3,15	0,9 – 11,01	7,56	0,23	0,0429
31-35 лет	6/36	16,67	6/171	3,51	0,79	0,32 – 1,94			0,6102
≥ 35 лет	5/36	13,89	5/59	8,47	2,28	0,85 – 6,11			0,0998
<i>Уровень образования:</i>									
среднее	7/36	19,44	7/160	4,37	1,05	0,45 – 2,44			0,9085
среднеспециальное	19/36	52,78	19/521	3,65	0,71	0,36 – 1,38			0,3075
высшее	10/36	27,78	10/174	5,75	1,54	0,73 – 3,25			0,2614
<i>Акушерский анамнез:</i>									
Первая беременность	20/36	55,56	20/300	6,67	2,41	1,23 – 4,72	3,79	1,33	0,0106
Повторная беременность первые роды	8/36	22,22	8/154	5,19	1,32	0,59 – 2,95			0,5030
Повторные роды	8/36	22,22	8/401	2,0	0,31	0,14 – 0,69			0,0040
Интервал между родами > 10 лет	4/36	11,11	4/74	5,41	1,34	0,46 – 3,89			0,5935
ПЭ в анамнезе	1/8	12,50	1/5	20,0	13,89	1,37 – 14,71	18,23	2,44	0,0259
<i>Многоплодная беременность</i>	1/36	2,78	1/11	9,09	2,31	0,29 – 18,56			0,4305
<i>ИМТ:</i>									
< 18,5 кг/м ²	3/36	8,33	3/60	5,0	1,22	0,36 – 4,08			0,7525
25,0-29,9 кг/м ²	8/36	22,22	8/103	7,77	2,18	0,96 – 4,92	4,05	0,49	0,0411
> 30 кг/м ²	5/36	13,89	5/119	4,2	1,0	0,38 – 2,62			0,9959
<i>ЭГЗ:</i>									
Гипертоническая болезнь	6/36	16,67	6/31	19,35	6,35	2,43 – 16,63	15,7	0,57	0,0002
Заболевания почек	12/36	33,33	12/213	5,63	1,54	0,76 – 3,13			0,2358
Табакокурение	4/36	11,11	4/83	4,82	1,17	0,4 – 3,4			0,7716

Примечание: N – абсолютные числа, Ч – чувствительность, ППЦ – положительная прогностическая ценность, OR – соотношение шансов, CI – доверительный интервал, AR – атрибутивный риск, PAR – популяционный атрибутивный риск, ЭГЗ – экстрагенитальные заболевания.

женщины и в последующем провоцируют эндотелиальную дисфункцию, в результате чего к концу II-го и началу III-го триместра возникают протеинурия, гипертензия, энцефалопатия [20,26,27,36]. Подобная картина патогенеза диктует необходимость предсказывать уже в начале беременности возможность развития ПЭ.

С другой стороны, развитие гестоза ассоциируется с наличием определенных факторов, повышающих риск манифестации ПЭ.

В Великобритании Национальный институт здоровья и качества медицинской помощи (NICE, 2010) рекомендует осуществлять рутинный поиск специфических факторов риска ПЭ, к которым относят: «пожилой» возраст матери, отсутствие родов в анамнезе, более чем десятилетний интервал между родами, наличие ПЭ в предшествующую беременность, семейный анамнез ПЭ, многоплодную беременность, высокий ИМТ, сопутствующее заболевание почек и хроническую гипертензию. Такой подход, указывает Руководство NICE (2010), позволяет разработать индивидуальную стратегию профилактики ПЭ для женщин из группы высокого риска, а для женщин с низким риском – уменьшить объем антенатальной помощи [21,22].

Аналогичные предикторы ПЭ идентифицировали K. Duckitt и D. Harrington (2005) мета-анализом более 1000 клинических исследований. Наиболее значимыми факторами оказались: ПЭ в анамнезе, предшествующий диабет и ИМТ ≥ 35 кг/м² в начале гестации повышают риск почти в 4 раза; первородящая, ПЭ в семейном анамнезе и двойня – в 3 раза; возраст матери ≥ 40 лет и СД ≥ 130 мм рт.ст. удваивают риск развития ПЭ. В другом исследовании статистически связанными с ПЭ оказались следующие факторы риска: инфекция мочевыводящих путей (OR – 1,6; 95%CI 1,1 – 2,5), первородящая (OR – 3,8; 95% CI 2,8 – 5,2), черная раса (OR – 1,5; 95% CI 1,1 – 1,9), низкий уровень образования (OR – 2; 95% CI 1,1 – 3,6), ИМТ > 30 кг/м² (OR – 2,7; 95% CI 1,6 – 4,4), курение сигарет (OR – 0,6; 95%CI 0,5 – 0,8); у первородящей с инфекцией мочевого тракта шанс развития ПЭ возрастает в 5 раз и более по сравнению с первородящими без инфекции мочевыводящих путей [19]. Сравнивая исходы беременности у 323 женщин с ПЭ и у 650 здоровых беременных, R.A. Odegard et al. (2000) установили, что первая беременность особенно в сочетании с хронической гипертензией существенно повышает риск развития ПЭ; а по данным W.F. O'Brien (1990), риск гестоза в первую беременность в 10–12 раз выше, чем при 2-й и следующих беременностях.

Проведенное нами исследование 353 случаев ПЭ показало, что наиболее тесно связанными с ней являются: ИМТ > 30 кг/м², который повышает шанс патологии почти в 22 раза; возраст матери ≥ 35 лет с OR равным 12,22; ПЭ в предыдущую беременность – шанс возрос почти в 9 раз; возраст 31–35 лет – в 5 раз, гипертоническая болезнь и заболевания почек – в 4 раза. У женщин со средним образованием, первобеременных и пациенток с интервалом между родами более 10 лет шанс заболеть ПЭ удваивается. Таким образом, полученные нами результаты согласуются с данными исследований цитиро-

ванных авторов.

Клиническая манифестация ПЭ тесно ассоциируется с ожирением у беременной женщины. В нашем исследовании ИМТ > 30 кг/м² по сравнению с другими изученными факторами риска имеет самые высокие показатели OR – 21,98, 95%CI 11,3 – 42,76, AR – 58,44% и PAR – 8,14%. Если женщинам с ожирением накануне или в самом начале беременности удастся уменьшить свой вес, то заболеваемость ПЭ в популяции может снизиться на 8%.

В работах, выполненных в 1998–2012 гг, получены подтверждения тесной связи избыточного веса матери накануне беременности с плохими материнскими перинатальными исходами, при этом предгравидарное ожирение в 2–3 раза повышает риск гипертонических расстройств, гестационного диабета и преждевременных родов до 34 недель беременности. У женщин без ожирения гестационная гипертензия и ПЭ развивалась в 3,2 и 3,3 раза соответственно реже, чем у женщин с ожирением [8,17,28,30,35].

Как установлено некоторыми клиницистами, курение сигарет во время беременности создает протективную тенденцию редуцирования риска развития ПЭ. Вместе с тем, курящие женщины имеют повышенный риск таких тяжелых осложнений, как ПОНРП, ЗРП, перинатальная смертность [9,15,38]. По нашим данным, табакокурение также не ассоциируется с ПЭ (OR 0,33 при 95% CI 0,19–0,58 и AR и PAR имеют отрицательные значения).

A.L. Tranquilli et al. (2004) показали, что женщины с относительно высоким систолическим или диастолическим давлением крови до 20 недель беременности имеют повышенный риск манифестации ПЭ во вторую половину гестации. Авторы установили, что пациентки с систолическим давлением 130 мм рт.ст. и более в 4 раза чаще поражались ПЭ, чем беременные с систолическим давлением 110 мм рт.ст. и ниже. Мы также выявили высокую прогностическую ценность СД ≥ 130 мм рт.ст. – ППЦ 76,47%, OR 4,9 (CI 2,2 – 10,98) и отсутствие взаимосвязи ДАД ≥ 80 мм рт.ст., САД ≥ 90 мм рт.ст. с развитием патологии.

Тяжелая ПЭ, по мнению J. Catov et al. (2007), составляет около одной четверти всех случаев ПЭ и неосознимо чаще является причиной материнской и неонатальной заболеваемости. Среди изученных нами женщин у 36 (4,21%) беременность осложнилась тяжелой ПЭ, значительный вклад в развитие которой внесли: ПЭ в анамнезе, при этом шансы развития ПЭ в настоящую беременность возросли почти в 14 раз, предшествующая гипертоническая болезнь – в 6 раз и СД ≥ 130 – почти в 5 раз; возраст ≤ 18 лет – в 3 раза; а первая беременность и ИМТ 25–29,9 шансы удвоили.

Исследователи из Австралии, Новой Зеландии, Великобритании, Ирландии рекомендуют для предсказания ПЭ разрабатывать прогностические модели, комбинируя следующие факторы риска: возраст, САД, ИМТ, ПЭ в анамнезе, семейный анамнез ишемической болезни сердца, вес матери при ее рождении, дисфункциональные маточные кровотечения, так как эти

факторы повышают шансы развития ПЭ в 2 раза [23]. Кроме того, мы установили, что ПЭ у матери увеличивает шансы рождения ребенка с ЗРП более чем в 2 раза, хотя J. Villar et al. (2006) считают, что ПЭ и ЗРП имеют разную биологическую сущность, и ЗРП в настоящую гестацию ассоциируется с нарушением внутриутробного роста в предыдущую беременность, а не с предшествующей ПЭ.

Таким образом, результаты исследования показали, что тесно связанными с манифестацией ПЭ являются следующие факторы риска: возраст старше 35 лет

– шанс развития ПЭ величиной 12,22, среднее образование – 1,92; первая беременность – 1,93; интергенетический интервал > 10 лет – 2,38; ПЭ в предыдущую беременность – 8,77; ИМТ более 30 кг/м² – 21,98; гипертоническая болезнь – 3,64; заболевания почек – 3,76; СД ≥ 130 мм рт. ст. – 4,9. Для предсказания развития ПЭ следует при постановке беременной на учет в женской консультации идентифицировать у нее перечисленные факторы с целью формирования группы высокого риска реализации ПЭ в позднюю беременность, именно этим матерям показаны превентивные мероприятия.

Библиографический список

1. Клинические рекомендации. Акушерство и гинекология. Под ред. В.И.Кулакова. М.: ГЭОТАР–Медиа, 2006. 512 с.
2. Макаров О.В., Николаев Н.Н., Волкова Е.В. Артериальная гипертензия у беременных. Только ли гестоз? Москва, ГЭОТАР–Медиа, 2006. 174 с.
3. Радзинский В.Е. Акушерская агрессия. М.: Status praesens. 2011. 687 с.
4. Серов В.Н., Маркин С.А., Лубнин А.Ю. Эклампсия. М, МИА, 2002. 464 с.
5. Степанова Р. Преэклампсия: эпидемиология, прогноз, профилактика. - Lambert Academic Publishing, 2013. 248 с.
6. Battaglia F.C., Lubchenko L.O.F. A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. J.Pediatr. 1967. Vol.71. Pp. 159 – 170.
7. Catov J.M., Ness R.B., Kip K.E. and Olsen J. Risk of early or severe preeclampsia related to pre-existing conditions. International Journal of Epidemiology. 2007. Vol.36. Pp.412-419.
8. Crossen J.S., Leeftang M.M., de Haan E.E., Mol B.W., van der Post J.A., Khan K.S., et al. Accuracy of body mass index in predicting pre-eclampsia: bivariate meta-analysis. BJOG. 2007. Vol.114. Pp. 1477-1485.
9. Conde-Agudelo A., Althabe F., Belizan J.M., Kafury-Goeta A.C. Cigarette smoking during pregnancy and risk of preeclampsia: a systematic review. Am J Obstet Gynecol. 1999. Vol.181. Pp.1026-1035.
10. Conde-Agudelo A., Villar J., Lindheimer M. World health organization systematic review of screening tests for preeclampsia. Obstet Gynecol. 2004; Vol.104, N6. P.1367-1391.
11. Cunningham F.G., Leveno K.J., Bloom S.L. et al. Williams Obstetrics, 22th ed NY-Toronto, MC GRAW-Hill. 2005.
12. Dekker G., Sibai B. Primary, secondary and tertiary prevention of pre-eclampsia. Lancet. 2001; Vol.357. Pp. 209 – 215.
13. Duckitt K., Harrington D. Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: systematic review of controlled studies. BMJ. 2005; - Vol.330. Pp.565-567.
14. Duley L., Henderson-Smart D., Knight M., King J. Antiplatelet drugs for prevention of pre-eclampsia and its consequences: systematic review. Brit Med J. 2001. Vol.322. Pp.329 – 333.
15. Hogberg V., Rasmussen S., Irgens L.M. The effect of smoking and hypertensive disorders on abruptio placentae. Acta Obstet Gynecol Scand. 2007. Vol.86. N3. Pp. 304-309.
16. Kocow H., Karumanchi S. Angiogenic factors and natural killer (NK) cells in the pathogenesis of preeclampsia. J Reprod Immunol. 2007. Vol.76. Pp.23-29.
17. Lucovic M., Tul N., Blickstein I. Obesity and pregnancy; implications for maternal and fetal outcomes. Expert Rev Obstet Gynecol. 2012. Vol.7. N5. Pp.399 – 401.
18. Mazar R.M., Srinivas S.K., Sammel M.D. et al. Metabolic score as a novel approach to assessing preeclampsia risk. Am J Obstet Gynecol. 2007. Vol.197. N4. Pp.411e1-e5.
19. Mittendorf R., Lain K., Williams M. and Walker Ch. Preeclampsia. A nested, case-control study of risk factors and their interactions. J Reprod Med. 1996. Vol.41. Pp.491-496.
20. Myatt L., Webster R.P. Vascular biology of preeclampsia. J Thromb Haemost. 2009. Vol.7. Pp. 375 – 384.
21. National Institute for Health and Clinical Excellence. NICE clinical guideline 62. Antenatal care: routine care for the healthy pregnant woman. NICE, 2010.
22. National Institute for Health and Clinical Excellence. NICE clinical guideline 107. Hypertension in pregnancy. The management of hypertensive disorders during pregnancy. NICE, 2010.
23. North R., McCowan L., Dekker G. et al. Clinical risk prediction for pre-eclampsia in nulliparous women: development of model in international prospective cohort. BMJ. 2011. Vol.342. d1875.
24. O'Brien W.F. Predicting preeclampsia. Obstet Gynecol. 1990. Vol.75. Pp.445-451.
25. Odegard R.A., Vatten L.J., Nelsen S. et al. Risk factors and clinical manifestations of pre-eclampsia. BJOG. 2000. Vol.107. N11. Pp.1410-1416.
26. Redman C.W., Sargent I.L. Latest advances in understanding preeclampsia. Science. 2005. Vol.308. Pp.1592-1594.
27. Roberts J.M., Hubelab C.A. The two stage model of preeclampsia: variations on the theme. Placenta. 2009. Vol.30. suppl, Pp.32-37.
28. Rosenberg T.J., Garbers S., Chavkin W. et al. Prepregnancy weight and adverse perinatal outcomes in an ethnically diverse population. Obstet Gynecol. 2003. Vol.102. N5. part1. Pp.1022-1027.
29. Sibai B., Dekker G., Kupferminc M. Pre-eclampsia. Lancet. 2005. Vol.365. Pp.785-799.
30. Syngelaki A., Bredaki F.E., Vaikousi E. et al. Body mass index at 11 – 13 weeks gestation and pregnancy complications. Fetal Diagn Ther. 2011. Vol.30. Pp.250 – 265.
31. Tranquilli A.L., Giannubilo S.R., Dell'Uomo B., Corradetti A. Prediction of gestational hypertension or intrauterine fetal growth restriction by mid-trimester 24-h ambulatory blood pressure monitoring. Int J Gynaecol Obstet. 2004. Vol.85. N2. Pp.126-131.
32. Tranquilli A.L., Landi B., Giannubilo S.R., Sibai B. Preeclampsia: no longer solely a pregnancy disease. Pregnancy Hypertens. 2012; - Vol.2. N4. Pp.350 – 357.
33. Villar J., Carroli G., Wojdyla D. Preeclampsia, gestational hypertension and intrauterine growth restriction, related or independent conditions? Am J Obstet Gynecol. 2006. Vol.194. N4. Pp.921-931.
34. Walker J.J. Pre-eclampsia. Lancet. 2000. Vol.356. Pp.1260-1265.
35. Walsh S.W. Obesity: a risk factor for preeclampsia. Trends Endocrinol Metab. 2007. Vol.18. Pp.365-370.
36. Wang A., Rana S., Karumanchi S.A. Preeclampsia: the role of angiogenic factors in its pathogenesis. Physiology. 2009. Vol.24. N3. Pp.147-158.
37. WHO. Reduction of maternal mortality. WHO, Geneva. 2005. Pp.41.
38. Xu Xiong, Fu-Lin Wang, Davidge S.T. Maternal smoking and preeclampsia. J Reprod Med. 2000. Vol.45. Pp.727-732.

References

1. Clinical guidelines. Obstetrics and Gynecology. Ed. V.I.Kulakov. M.: GEOTAR-Media, 2006; 512p.
2. *Makarov O.V., Nikolaev N.N., Volkova E.V.* Hypertension in pregnancy. Only if preeclampsia? M.: GEOTAR-Media, 2006; 174p.
3. *Radzinsky V.E.* Obstetric aggression. - M.: Status praesens, 2011; 687p.
4. *Serov V.N., Markin S.A., Lubnin A.U.* Eclampsia. M.: MIA, 2002; 464p.
5. *Stepanova R.* Preeclampsia: epidemiology, prognosis, prevention. - Lambert Academic Publishing, 2013; 248p.
6. *Battaglia F.C., Lubchenko L.O.F.* A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. J.Pediatr. 1967; Vol.71. Pp.159 – 170.
7. *Battaglia F.C., Lubchenko L.O.F.* A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. J.Pediatr. 1967. Vol.71. Pp. 159 – 170.
8. *Catov J.M., Ness R.B., Kip K.E. and Olsen J.* Risk of early or severe preeclampsia related to pre-existing conditions. International Journal of Epidemiology. 2007. Vol.36. Pp.412-419.
9. *Cnossen J.S., Leeflang M.M., de Haan E.E., Mol B.W., van der Post J.A., Khan K.S., et al.* Accuracy of body mass index in predicting pre-eclampsia: bivariate meta-analysis. BJOG. 2007. Vol.114. Pp. 1477-1485.
10. *Conde-Agudelo A., Althabe F., Belizan J.M., Kafury-Goeta A.C.* Cigarette smoking during pregnancy and risk of preeclampsia: a systematic review. Am J Obstet Gynecol. 1999. Vol.181. Pp.1026-1035.
11. *Conde-Agudelo A., Villar J., Lindheimer M.* World health organization systematic review of screening tests for preeclampsia. Obstet Gynecol. 2004; Vol.104. N6. P.1367-1391.
12. *Cunningham F.G., Leveno K.J., Bloom S.L. et al.* Williams Obstetrics, 22th ed NY-Toronto, MC GRAW-Hill. 2005.
13. *Dekker G., Sibai B.* Primary, secondary and tertiary prevention of pre-eclampsia. Lancet. 2001; Vol.357. Pp. 209 – 215.
14. *Duckitt K., Harrington D.* Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: systematic review of controlled studies. BMJ. 2005; - Vol.330. Pp.565-567.
15. *Duley L., Henderson-Smart D., Knight M., King J.* Antiplatelet drugs for prevention of pre-eclampsia and its consequences: systematic review. Brit Med J. 2001. Vol.322. Pp.329 – 333.
16. *Hogberg V., Rasmussen S., Irgens L.M.* The effect of smoking and hypertensive disorders on abruptio placentae. Acta Obstet Gynecol Scand. 2007. Vol.86. N3. Pp. 304-309.
17. *Kopcow H., Karumanchi S.* Angiogenic factors and natural killer (NK) cells in the pathogenesis of preeclampsia. J Reprod Immunol. 2007. Vol.76. Pp.23-29.
18. *Lucovnic M., Tul N., Blickstein I.* Obesity and pregnancy; implications for maternal and fetal outcomes. Expert Rev Obstet Gynecol. 2012. Vol.7. N5. Pp.399 – 401.
19. *Mazar R.M., Srinivas S.K., Sammel M.D. et al.* Metabolic score as a novel approach to assessing preeclampsia risk. Am J Obstet Gynecol. 2007. Vol.197. N4. Pp.411e1-e5.
20. *Mittendorf R., Lain K., Williams M. and Walker Ch.* Preeclampsia. A nested, case-control study of risk factors and their interactions. J Reprod Med. 1996. Vol.41. Pp.491-496.
21. *Myatt L., Webster R.P.* Vascular biology of preeclampsia. J Thromb Haemost. 2009. Vol.7. Pp. 375 – 384.
22. National Institute for Health and Clinical Excellence. NICE clinical guideline 62. Antenatal care: routine care for the healthy pregnant woman. NICE, 2010.
23. National Institute for Health and Clinical Excellence. NICE clinical guideline 107. Hypertension in pregnancy. The management of hypertensive disorders during pregnancy. NICE, 2010.
24. *North R., McCowan L., Dekker G. et al.* Clinical risk prediction for pre-eclampsia in nulliparous women: development of model in international prospective cohort. BMJ. 2011. Vol.342. d1875.
25. *O'Brien W.F.* Predicting preeclampsia. Obstet Gynecol. 1990. Vol.75. Pp.445-451.
26. *Odegard R.A., Vatten L.J., Nelsen S. et al.* Risk factors and clinical manifestations of pre-eclampsia. BJOG. 2000. Vol.107. N11. Pp.1410-1416.
27. *Redman C.W., Sargent I.L.* Latest advances in understanding preeclampsia. Science. 2005. Vol.308. Pp.1592-1594.
28. *Roberts J.M., Hubelab C.A.* The two stage model of preeclampsia: variations on the theme. Placenta. 2009. Vol.30. suppl. Pp.32-37.
29. *Rosenberg T.J., Garbers S., Chavkin W. et al* Prepregnancy weight and adverse perinatal outcomes in an ethnically diverse population. Obstet Gynecol. 2003. Vol.102. N5. part1. Pp.1022-1027.
30. *Sibai B., Dekker G., Kupferminc M.* Pre-eclampsia. Lancet. 2005. Vol.365. Pp.785-799.
31. *Syngelaki A., Bredaki F.E., Vaikousi E. et al.* Body mass index at 11 – 13 weeks gestation and pregnancy complications. Fetal Diagn Ther. 2011. Vol.30. Pp.250 – 265.
32. *Tranquilli A.L., Giannubilo S.R., Dell'Uomo B., Corradetti A.* Prediction of gestational hypertension or intrauterine fetal growth restriction by mid-trimester 24-h ambulatory blood pressure monitoring. Int J Gynaecol Obstet. 2004. Vol.85. N2. Pp.126-131.
33. *Tranquilli A.L., Landi B., Giannubilo S.R., Sibai B.* Preeclampsia: no longer solely a pregnancy disease. Pregnancy Hypertens. 2012. Vol.2. N4. Pp.350 – 357.
34. *Villar J., Carroli G., Wojdyla D.* Preeclampsia, gestational hypertension and intrauterine growth restriction, related or independent conditions? Am J Obstet Gynecol. 2006. Vol.194. N4. Pp.921-931.
35. *Walker J.J.* Pre-eclampsia. Lancet. 2000. Vol.356. Pp.1260-1265.
36. *Walsh S.W.* Obesity: a risk factor for preeclampsia. Trends Endocrinol Metab. 2007. Vol.18. Pp.365-370.
37. *Wang A., Rana S., Karumanchi S.A.* Preeclampsia: the role of angiogenic factors in its pathogenesis. Physiology. 2009. Vol.24. N3. Pp.147-158.
38. WHO. Reduction of maternal mortality. WHO, Geneva. 2005. Pp.41.
39. *Xu Xiong, Fu-Lin Wang, Davidge S.T.* Maternal smoking and preeclampsia. J Reprod Med. 2000. Vol.45. Pp.727-732.

УДК 615.322: 582.998.1

UDC 615.322: 582.998.1

В.Н. ЛЕВЧЕНКО

полковник медицинской службы, начальник Центра обеспечения медицинской техникой и имуществом Министерства обороны Российской Федерации

E-mail: Vitalya 167@rambler.ru

В.Н. БУБЕНЧИКОВА

доктор фармацевтических наук, зав. кафедрой фармакогнозии и ботаники, Курский государственный медицинский университет

E-mail: fg.ksmu@mail.ru

V.N. LEVCHENKO

Medical colonel, head of the Center for the provision of medical equipment and property of the Ministry of Defense of the Russian Federation

E-mail: Vitalya 167@rambler.ru

V.N. BUBENCHIKOVA

Doctor of Pharmacy, professor Head of the Chair of Pharmacognosy and Botany, Kursk State Medical University

E-mail: fg.ksmu@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ ТРАВЫ ХОНДРИЛЛЫ СИТНИКОВИДНОЙ (CHONDRILLAE JUNCEAE L.)

STUDY OF ORGANIC ACIDS OF CHONDRILLAE JUNCEAE L. HERB

В работе приводятся результаты исследования органических кислот травы хондриллы ситниковидной. Методами ТСХ и ВЭЖХ определено наличие органических кислот, среди которых идентифицированы щавелевая, винная, аскорбиновая, янтарная и фумаровая кислоты. Определено содержание органических кислот титриметрическим методом. Содержание суммы органических кислот составляет 4,62%, аскорбиновой кислоты – 0,30%.

Ключевые слова: хондрилла ситниковидная, метод ТСХ, метод ВЭЖХ, органические кислоты, аскорбиновая кислота.

The paper presents the results of the study of organic acids Chondrillae junceae L. herb. The presence of organic acids was determined by TLC and HPLC methods. Oxalic, tartaric, ascorbic, succinic and fumaric acids were identified. The content of organic acids was found by titrimetric method. The content of amount of organic acids is 4.62 %, ascorbic acid - 0.30%.

Keywords: Chondrillae junceae L., TLC method, HPLC method, the organic acid, ascorbic acid.

Экстракт хондриллы ситниковидной в эксперименте проявлял выраженную антиоксидантную активность [1]. Однако, вещества, ответственные за данный вид активности, до настоящего времени не выявлены. Ими могут быть и органические кислоты. В литературе имеются данные, указывающие на широкое распространение у растений весьма активных антиоксидантов, относящихся к различным классам природных соединений, в том числе и к органическим кислотам [2,3].

Целью работы явилось изучение качественного и количественного содержания органических кислот травы хондриллы ситниковидной.

Объектом исследования служила трава хондриллы ситниковидной, заготовленная в 2013г. в Беловском районе Курской области в период цветения растений.

Качественное обнаружение органических кислот проводили хроматографированием водного извлечения в тонком слое сорбента на пластинках «Силуфол» в системе растворителей: 96% спирт этиловый – концентрированный раствор аммиака (16:4,5), проявитель – раствор бромкрезолового зелёного. Органические кислоты проявились в виде жёлтых пятен на зелёном фоне [4].

Для подтверждения хроматографического анализа проводили исследование органических кислот методом ВЭЖХ. Для анализа использовали водное извлечение из 1,0 г сырья, для чего измельчённое сырьё помещали в колбу вместимостью 100 мл, прибавляли 70 мл воды очищенной, присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане в течение 1 часа с момента закипания водной смеси в колбе. После

охлаждения смесь фильтровали в мерную колбу вместимостью 100 мл через бумажный фильтр и объём доводили водой очищенной до метки, перемешивали. В качестве стандартных образцов использовали 0,05% растворы органических кислот: аскорбиновой, лимонной, щавелевой, яблочной, янтарной, виннокаменной, фумаровой. Исследуемое водное извлечение и растворы сравнения органических кислот по 5 мкл вводили в жидкостной хроматограф фирмы «Gilston» (Франция) с последующей компьютерной обработкой результатов исследования с помощью программы «Мультихром для «Windows». В качестве неподвижной фазы была использована металлическая колонка размером 6,5×300 мм Althech OA – 1000 Organic Acids. В качестве подвижной фазы 0,005 М раствор кислоты серной. Скорость подачи элюента 0,5 мл в минуту; температура колонки 20°C; продолжительность анализа 20,38 минут. Детектирование проводилось с помощью УФ-детектора при длине волны 190 нм [5].

Количественное определение органических кислот и аскорбиновой кислоты проводили согласно методик ГХ I издания титриметрическим методом [ГФ XI]. В качестве титранта для определения органических кислот использовали натрия гидроокись (0,1 моль/л), а для определения аскорбиновой кислоты 2,6 – дихлорфенолиндифенолят натрия (0,001 моль/л). Содержание органических кислот рассчитывали в процентах в пересчёте на яблочную кислоту [ГФ XI].

Результаты исследования

В результате хроматографического анализа в траве

хондриллы ситниковидной идентифицированы щавелевая, винная и аскорбиновая кислоты.

Методом ВЭЖХ в траве хондриллы ситниковидной установлено наличие 5 органических кислот: щавелевой, винной, аскорбиновой, янтарной, фумаровой. Методом внутренней нормализации определено их относительное содержание в сумме. Преобладающими среди них являются щавелевая кислота (30,95%) и винная кислота (8,60%).

Содержание суммы органических кислот в траве хондриллы ситниковидной, определённое титрометрическим методом в пересчёте на яблочную кислоту, составляет 4,62%, а содержание аскорбиновой кислоты – 0,30%.

Библиографический список

1. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность т.5. Семейство Asteraceae (Compositae). Часть 1. Роды *Achillea* – *Doronicum*. Отв. ред. А.Л. Буданцев. Сиб. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 317с.
2. Michalska M. Antioxidant capacities of natural supplements with high doses of vitamin C / M. Michalska, M. Wasek // Actual problems of creation of new medicinal preparations of natural origin PHYTOPHARM 2003: proceedings of the 7 Intern. Cong. (3-5 July; 2003; St.-Peterburg-Pushkin, Russia). Spb, 2003. Pp. 491-494.
3. Podmore I.D. Vitamin C exhibits pro-oxidant properties / I.D. Podmore, H.R.Griffiths, K.E. Herbert // Nature. 1998. Vol. 392. Pp. 559.
4. Бубенчикова В.Н. Исследование состава органических кислот борозавника обыкновенного и герани луговой/В.Н. Бубенчикова, С.В. Логутев, Ж.А. Булатникова//XVIII Российский национальный конгресс «Человек и лекарство» сб. материалов конгр. (тез. докл.). М., 2011. С. 584.
5. Романова З.Р. Фармакогностическое исследование первоцвета весеннего и первоцвета крупночашечного. Автореф. дисс. канд. фармацевт. наук. Курск, 2010. 22с.
6. Государственная фармакопея СССР.: Вып.2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырьё/МЗ СССР.-11-е изд., доп. М.: Медицина, 1989. 400с.

References

1. Plant Resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity v.5. The Asteraceae (Compositae) family. Part 1. Childbirth *Achillea* - *Doronicum* /Ed. A.L. Budantsev Sib. Moscow: KMK , 2010 . 317 p.
2. Michalska M. Antioxidant capacities of natural supplements with high doses of vitamin C / M. Michalska, M. Wasek // Actual problems of creation of new medicinal preparations of natural origin PHYTOPHARM 2003: proceedings of the 7 Intern. Cong. (3-5 July; 2003; St.-Peterburg-Pushkin, Russia). Spb, 2003. Pp. 491-494.
3. Podmore I.D. Vitamin C exhibits pro-oxidant properties / I.D. Podmore, H.R.Griffiths, K.E. Herbert // Nature. 1998. Vol. 392. Pp. 559.
4. Bubenchikova V.N. Study of the *Lapsana communis* L. and *Geranium pratense* L. organic acids composition / V.N. Bubenchikova, S.V. Logutov, J.A. Bulatnikova // XVIII Russian National Congress "Man and medicine" Sat Congreve materials. (Abstracts of reports). M., 2011. Pp. 584.
5. Romanova Z.R. Pharmacognostical investigation of *Primula veris* L. and *Primula macrocalyx* Bge. / Author's abstract of candidate dissertation in Pharmacy. Kursk. 2010. 22 p.
6. State Pharmacopoeia of the USSR. : Issue 2. Common methods of analysis. Herbal drugs / MH - USSR. 11th ed. , Ext. M.: Medicine, 1989. 400 p.

Выводы

1. Методом ТСХ-анализа и ВЭЖХ определено наличие органических кислот в траве хондриллы ситниковидной. Среди них идентифицированы: щавелевая, винная, аскорбиновая, янтарная, фумаровая кислоты.
2. Методом ВЭЖХ установлено, что среди органических кислот преобладающими являются щавелевая и винная кислоты.
3. Установлено количественное содержание суммы органических кислот и аскорбиновой кислоты в траве хондриллы ситниковидной.

УДК 616.1-073.7

UDC 616.1-073.7

Е.В. МАЙСАК

врач-невролог неврологического отделения, Смоленская
клиническая больница №1
E-mail: elenstep15@mail.ru

А.В. БОРСУКОВ

доктор медицинских наук, профессор, кафедра факультетской терапии, Смоленская государственная медицинская академия
E-mail: bor55@yandex.ru

E.V. MAISAK

neurologist of neurology department, Clinical City Hospital
№ 1, Smolensk
E-mail: elenstep15@mail.ru

A.V. BORSUKOV

Doctor of Medical Sciences, professor of faculty therapy
department, Smolensk State Medical Academy
E-mail: bor55@yandex.ru

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА ТЭТОС У ПАЦИЕНТОВ С ВЕГЕТОСОСУДИСТОЙ ДИСТОНИЕЙ

THE IMPROVED METHOD OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION WITH FEEDBACK IN PATIENTS WITH VEGETATIVEVASCULAR DYSTONIA

Приводятся данные по клиническим возможностям новой диалектической методики – транскраниальной электро- стимуляции с обратной связью (ТЭТОС). Дается подробная характеристика особенностям данной методики у невро- логических пациентов, а также описание стандартизированных ответных неврологических реакций на воздействие, включая электроэнцефалографию. ТЭТОС проведена у 17 пациентов с вегетососудистой дистонией (ВСД), 2 пациентам с ранним восстановительным периодом инфаркта мозга, 4 пациентам с хронической ишемией мозга. Положительный эффект от лечения отмечался у 14 пациентов.

Ключевые слова: транскраниальная электростимуляция, обратная связь, вегетососудистая дистония.

The data of the clinical features of the new dialectical technique – transcranial electrical feedback (TETOS) are presented. We give a detailed description of the peculiarities of this technique in neurological patients, as well as a description of the response of standardized neurological reactions in response to the impact, including electroencephalography. TETOS was conducted in 17 patients with VVD, in 2 patients with early recovery period of cerebral infarction, in 4 patients with chronic cerebral ischemia. Positive effect of the treatment was observed in 14 patients.

Keywords: transcranialelectrostimulation, feedback, vegetativevascular dystonia.

Актуальность проблемы

В последние годы возрос интерес к проблеме «синдрома вегетативной дистонии» (ВСД), что связано с большой распространенностью этого заболевания среди населения. По данным ВОЗ, число детей с неустойчивостью и лабильностью вегетативных параметров, так называемых «инвалидов вегетативной системы», возросло в 24 раза [11]. Синдром вегетативной дистонии не является нозологической формой и лишь отражает наличие конституциональной или приобретенной вегетативной дисфункции. Хорошо известно, что вегетативные нарушения достаточно устойчивы, и их коррекция затруднена из-за сложности нозологического и топического анализа синдрома сосудистой дистонии [11].

Транскраниальная электростимуляция (ТЭС) головного мозга при ВСД стала использоваться сравнительно недавно, но экспериментальными работами последних лет показана её высокая эффективность [3, 7, 8, 9].

По мере накопления знаний о ТЭС, происходило усовершенствование данной методики: уточнялись схемы воздействия на головной мозг в зависимости от типа функциональной и патологической межполушарной асимметрии (МА), обсуждалась возможность контроля биоэлектрической активности головного мозга (БЭА ГМ) пациента как во время сеанса ТЭС, так и после

него, не требующая использования дополнительного оборудования, но позволяющая избежать побочных эффектов и повысить эффективность лечения. В результате проводимых исследований научными сотрудниками ЗАО НПФ «БИОСС» (Россия, Москва) был разработан компьютерный диагностико-терапевтический комплекс транскраниальной электротерапии с обратной связью (ТЭТОС).

ТЭТОС – это метод повышения адаптационных возможностей организма человека путем стимуляции его головного мозга малыми дозами электрического тока с оценкой в режиме реального времени ответной реакции биоэлектрической активности головного мозга на это электровоздействие, амплитудно-частотный спектр которого близок к параметрам гомеостаза. Электростимуляция и регистрация БЭА ГМ осуществляются через одни и те же электроды. [12].

В основе саногенеза вегетососудистой дистонии при применении ТЭТОС лежит оптимизация нейро- и гемодинамики, метаболизма и систем ауторегуляции мозгового кровотока, в частности, в условиях общей и местной гипоксии происходит перестройка энергетического обмена, позволяющая обеспечить адекватную выработку энергетических субстратов в условиях недостатка кислорода (антигипоксанта́нный эффект). [7, 8].

**Общая характеристика методики
транскраниальной электростимуляции
с биологически обратной связью**

Накладываются электроды по окружности головы аналогично точкам (FP1, T3, O1, O2, T4, FP2) международной классификации «10-20». Нейтральный электрод (N) располагается в точке Fpz, а референтные электроды A1 и A2 – на мочках ушей или мастоидально.

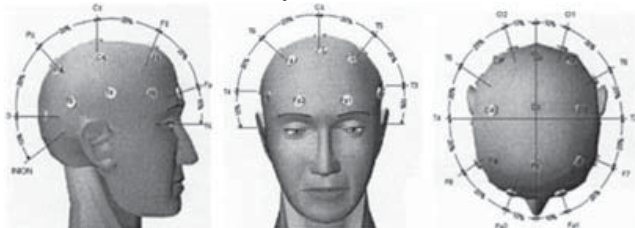


Рис. 1. Схема наложения электродов.

Регистрация биосигнала производится в комфортных условиях (холод, стресс, мышечное напряжение и т.п. могут приводить к появлению миографической составляющей в записи биосигнала) при правильном наложении электродов с использованием проводящего геля (при плохом контакте электрода с кожей в регистрируемом биосигнале возникает внешняя помеха) и обезжиривании кожи пациента. При регистрации ЭЭГ пациент находится в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. Обязательным условием для правильной оценки и интерпретации получаемых данных является наблюдение за пациентом во время регистрации биоэлектрической активности головного мозга.



Рис. 2. Условия проведения исследования.

Один сеанс электроимпульсной стимуляции состоял из последовательности действий:

1. регистрация и анализ биоэлектрической активности головного мозга;
2. электроимпульсная экспертная стимуляция структур головного мозга;
3. компенсаторная пауза;
4. регистрация и анализ биоэлектрической активности головного мозга;
5. электроимпульсная стимуляция;
6. компенсаторная пауза;
7. регистрация и анализ биоэлектрической активности головного мозга.

У пациентов с начальными формами сосудистых заболеваний даже при отсутствии симптомов органического поражения головного мозга и только при жалобах на головокружение, головные боли, нарушение сна из-

меняется биоэлектрическая активность мозга, при этом регистрируется снижение амплитуды альфа-ритма, по мере прогрессирования заболевания усиливается представительство низкочастотного бета-ритма, который накладывается на уплощенный альфа-ритм.

При вертебро-базиллярной недостаточности, обусловленной атеросклерозом сосудов вертебро-базиллярной системы, сдавлением позвоночных артерий остеофитами или суставными отростками позвонков регистрируют плоскую ЭЭГ или низкочастотную бета-активность и отсутствие реакций на световые воздействия.

При значительной выраженности сосудистой патологии альфа-ритм полностью исчезает, доминирует альфоподобный низкочастотный бета-ритм, который накладывается на низкоамплитудную полиморфную медленную активность. Может появляться выраженная асимметрия между одноименными областями полушарий.

По исходной ЭЭГ выбирается схема коммутации электродов, полярность воздействия, а также параметры стимулирующих токов (форма тока, его амплитуда и длительность воздействия). Полярность определяется по реакции нервной ткани на электрический ток: под катодом (-) – депрессия, под анодом (+) – активизация. Применяются следующие схемы стимуляции: битемпоральная и лобно-затылочная (центрально-сагиттальная или одна из латеральных).

Действие латеральных электростимуляций изменяет баланс активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС).

Так, после правополушарных стимуляций возникают активация вагоинсулярной и снижение активности симпатико-адреналовой систем. После левополушарных стимуляций активизируются симпатико-адреналовые структуры и снижается тонус вагоинсулярной системы.

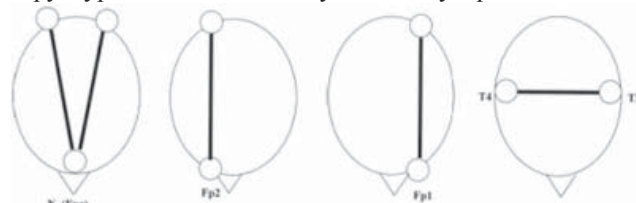


Рис. 3. Схемы расположения электродов воздействия:

- 3а – центрально-сагиттальная лобно-затылочная/;
3б – латеральная правосторонняя; 3в – латеральная левосторонняя; 3г – битемпоральная.

При ТЭТОС используется четыре формы стимулирующих токов:

1. однополярный экспоненциальный импульс (обладает сильным раздражающим воздействием, продолжительность коррекционного воздействия до 30 секунд);
2. однополярный прямоугольный импульс с высокочастотным заполнением (обладает повышенным энергетическим воздействием, длительность стимуляции 0,5-7 минут);
3. однополярный прямоугольный импульс (используется при незначительных нарушениях функционального состояния, длительность стимуляции 0,5-7 минут);

4. биполярно-экспоненциальный импульс (рекомендуется при различной степени функциональных нарушений у пациентов всех возрастов, длительность воздействия 0,5-15 минут).

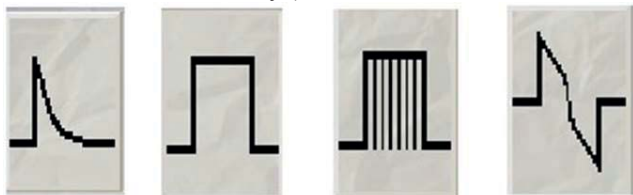


Рис. 4. Формы стимулирующих токов при ТЭТОС:

4а –однополярный экспоненциальный импульс;
4б-однополярный прямоугольный импульс; 4в-однополярный
прямоугольный импульс с высокочастотным заполнением;
4г-биполярно-экспоненциальный импульс.

Первому коррекционному воздействию обязательно предшествует экспертное воздействие. В зависимости от перечисленных выше форм стимулирующих токов продолжительность экспертного стимула – 5, 10, 10 и 15 секунд соответственно. Реакция биоэлектрической активности головного мозга на экспертное воздействие помогает уточнить схему стимуляции и позволяет для каждого пациента выбрать оптимальные параметры корректирующего тока – амплитуду и длительность воздействия, что позволяет избежать побочных эффектов (индивидуальный подход к каждому пациенту).

Величина тока определяется перед каждым сеансом по субъективным ощущениям пациентом болевого порога – покалывание или жжение под стимулирующими электродами. Максимальный ток стимуляции должен быть меньше тока болевого порога на 20-30%. Минимальный – не менее тока, при котором сопротивление электрод-гель-кожный покров равно 4 кОм. Амплитуда стимулов, используемых при ТЭТОС, 0-3 мА. Дискретность амплитуды стимулов 0,01 мА; 0,1 [6, 7].

Возможны три типа реакции:

1. диагностическая – уменьшение межполушарной асимметрии в анализируемых точках биоэлектрической активности головного мозга на 5-15%, выравнивание асинхронности в активности основных ритмов и стремление амплитудного градиента по альфа-ритму к нормальному распределению;

2. корректирующая – экспертного воздействия достаточно для нормализации регистрируемых потенциалов, характерных для оптимального, функционального состояния;

3. чрезмерная – экспертное воздействие вызывает инвертируемую нейрофизиологическую реакцию. При корректирующей и чрезмерной реакции дальнейшего воздействия не проводилось.

Сила тока корректирующего воздействия определяется значением на 20% меньше, чем порог болевой чувствительности, но не менее, чем значение силы тока при электрокожном сопротивлении в 4 кОм.

Продолжительность воздействия определяется реакцией биоэлектрической активности головного мозга на экспертный сигнал: а) при выраженной реакции (высокая эффективность по практически всем параметрам биоэлектрической активности головного мозга); б) при значительной реакции на экспертный сигнал (высокая

эффективность в более чем половине параметров биоэлектрической активности головного мозга) – от 2,0 до 6,5 минут; в) при незначительной реакции на экспертный сигнал (эффективность наблюдается в менее чем 30% регистрируемых параметров БАМ) – от 5,0 до 8,0 минут.

Схема расположения электродов и форма тока для корректирующего сигнала аналогичны экспертному сигналу. Компенсаторная пауза после корректирующего сигнала 20 минут.

Снятие и анализ биоэлектрической активности головного мозга происходит аналогично изучению эффективности экспертного сигнала. Дальнейшая тактика проведения курсового лечения определяется эффективностью проведенного первого сеанса и сохранением положительных изменений через сутки после проведения сеанса ТЭТОС-терапии.

Клинический пример

Пациент С., 54 года. Предъявляет жалобы на частые головные боли, головокружение, нарушение сна, быструю утомляемость, плохую переносимость эмоциональных нагрузок.

При нейрофизиологическом обследовании, проведенном в ПНИЛ СГМА «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии», выявлен смещенный левосторонний латеральной очаг активности во всех основных ритмах биоэлектрической активности головного мозга.

Проведен курс ТЭТОС-терапии в течение 7 дней. Коррекционный ток от 0,3 до 1,5 мА за период лечения. Корректирующие воздействия проводились в течение 5 сеансов ежедневно в два этапа: первый этап направлен на нормализацию активности медленных ритмов, второй – на нормализацию активности быстрых ритмов биоэлектрической активности головного мозга. Форма тока – «Биполярно-экспоненциальный импульс». Продолжительность первого корректирующего воздействия – от 2,5 до 6,0 минут с постепенным увеличением продолжительности в течение курсового лечения.

После пяти сеансов ТЭТОС отмечено стойкое выравнивание активности как дельта-ритма, так и тета-ритма, спектр мощностей быстрых ритмов возрос, но сохранялась умеренная левосторонняя их асимметрия, больше в области альфа-ритма.

Шестой сеанс ТЭТОС проведен в один этап и направлен на преимущественную нормализацию активности быстрых ритмов биоэлектрической активности головного мозга. Продолжительность электровоздействия 8 минут; форма тока – «Биполярно-экспоненциальный импульс». Направление тока – анод на лбу слева в точке Fp1; совмещенный катод на затылке в точках O1 и O2.

Седьмой сеанс ТЭТОС, продолжительностью 8 минут, проведен при центральном лобно-затылочном расположении электродов: совмещенный катод на затылке (O1-O2), анод в точке N. Форма тока – прямоугольный импульс с высокочастотным заполнением.

Результирующие данные биоэлектрической активности головного мозга – гашение смещенной актив-

ности медленных ритмов; перестройка альфа-ритма и бета-ритма в стороны, характерные для состояния адекватного активному бодрствованию; доминирующая активность альфа-ритма – увеличение мощности и стремление к нормальному распределению, что свидетельствует о стабилизации центральных механизмов сосудистой регуляции. Пациент отмечал при этом улучшение общего состояния: головные боли не возникали, ночной сон полноценный, улучшилось и стабилизировалось психоэмоциональное состояние.

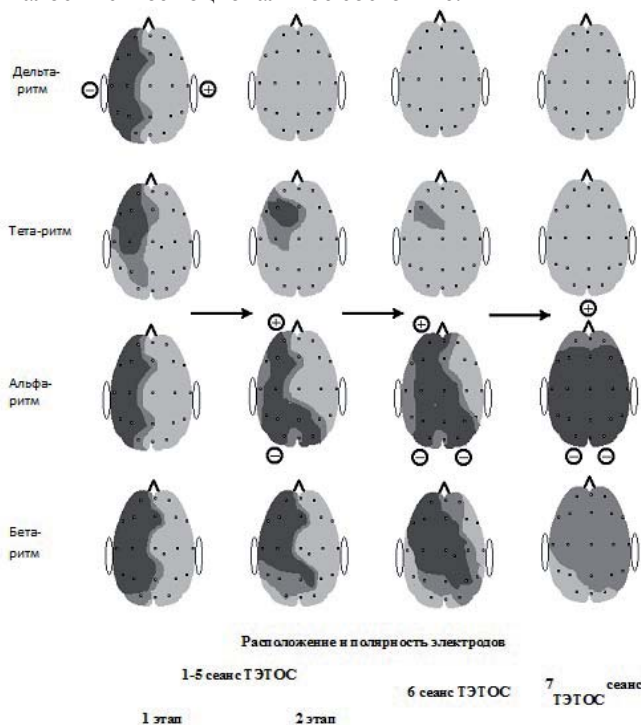


Рис.5. Индивидуальная методика ТЭТОС-терапии при смещенном одностороннем латерализованном очаге активности медленных и быстрых ритмов биоэлектрической активности головного мозга.

Аналогичным образом обследовано и пролечено 23

человека в отделении диагностики и малоинвазивных технологий ОГБУЗ КБ№1. После консультации невролога выделено 17 пациентов с вегетососудистой дистонией, 2 пациента с ранним восстановительным периодом инфаркта мозга, 4 пациента с хронической ишемией мозга, которым проводилось от двух до семи сеансов ТЭТОС-терапии.

Эффект оценивался клинически по данным неврологического осмотра, по данным ЭЭГ и опроснику качества жизни SF-36. Всем пациентам проводилась ультразвуковая доплерография брахиоцефальных сосудов, транскраниальное дуплексное сканирование церебральных сосудов.

Положительный эффект от лечения, соответствующий клиническому примеру, отмечался у 14^{ти} пациентов, у 4^х пациентов эффект лечения неустойчив, что связано с выраженными атеросклеротическими изменениями брахиоцефальных артерий по данным ультразвуковой доплерографии брахиоцефальных сосудов.

Выводы

1. ТЭТОС – высокочувствительный метод диагностики сосудистых нарушений при различных сосудистых заболеваниях центральной нервной системы.
2. Лечебный потенциал методики ТЭТОС перспективен в отношении пациентов с вегетососудистой дистонией, однако необходимо многоцентровое исследование с большим количеством клинических случаев и длительным временем наблюдения.
3. Уникальность методики заключается в её двойном значении: 1й этап диагностический – регистрация и анализ биоэлектрической активности головного мозга; 2й этап лечебный – направлен на нормализацию активности и распределения медленных и быстрых ритмов, устранение межполушарной асимметрии и, следовательно, стабилизацию центральных механизмов микроциркуляции.

Библиографический список

1. Бехтерева Н.П., Аничков А.Д., Гурчин Ф.А. и др. Под общ. ред. Бехтеревой Н.П. – Лечебная электрическая стимуляция мозга и нервов человека. М.: АСТ; СПб.: Сова; Владимир: ВКТ, 2008. С. 464.
2. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). М.: МЕДпресс-информ, 2004. С.624.
3. Гусев Е.И., Скворцова В.И. Ишемия головного мозга. М: Медицина 2001. С.19-24.
4. Лебедев В.П. Транскраниальная электростимуляция: экспериментально-клинические исследования. - Том 1. (третье издание). СПб., 2005. С.528.
5. Лебедев В.П., Ильинский О.Б., Савченко А.Б. Транскраниальная электростимуляция как активатор репаративной регенерации: от эксперимента к клинике. //Транскраниальная электростимуляция: экспериментально-клинические исследования. СПб. 2003. С. 528.
6. Мартынов Ю.С., Гирич Т.И., Кунцевич Г.И. и др. Диагностика, лечение и профилактика ранних стадий недостаточности мозгового кровообращения //Журн. неврол. и псих. им С.С. Корсакова. 1998, Т. 98, №8. С. 14-18.
7. Москвин В.А. Межполушарная асимметрия и проблема алкоголизма / Вопросы психологии. 1999. № 5. С. 80 – 89.
8. Стрельников А.В., Зеоников В.М., Горбунов Ф.Е. Коррекция динамической межполушарной асимметрии в комплексном лечении больных с неврологическими проявлениями дорсопатии. Материалы научно-практических мероприятий V Всероссийского форума «Здоровье нации – основа процветания России», том 3, раздел «Задачи восстановительной медицины, реабилитации и курортологии в решении проблем оздоровления населения России».- Москва, 2009. С.107-108.
9. Фокин В.Ф. Динамическая функциональная асимметрия как отражение функциональных состояний. Асимметрия 2007. Т. 1, № 1. С. 4 – 9.
10. Чуприков А.П., Линева А.Н., Марценковский И.А. Латеральная терапия. – Киев: Здоровье, 1994. С.176.
11. Шульган А.Е., Борсуков А.В. Транскраниальная электростимуляция у больных с диффузными заболеваниями печени. Смоленск, 2012. С.18-28.
12. Chimowitz M.I., Thompson D.W., Furlan A.J. Common vascular problems in office practice. /In: Office Practice of Neurology. Ed. by M.A.Samuels, S.Feske. New York etc.: 3-2001. Pp. 125-128.
13. Fisher C.M. Lacunar strokes and infarcts.//Neurology. 1982. V.32. Pp. 871–876.

References

1. *Bechtereva N.P., Anichkov A.D., Gurchin F.A. et al.*, ed. by Behterev N.P. - Therapeutic electrical stimulation of the brain and nerves of man. Moscow: AST, St. Petersburg.: Sova, Vladimir: CGT, 2008. Pp. 464.
 2. *Gnezditsky V.V.* The inverse problem of EEG and Clinical electroencephalography (mapping and localization of the source of the electrical activity of the brain .) - Moscow MEDpress-inform, 2004. Pp.624.
 3. *Gusev E.I., Skvortsov V.I.* Cerebral ischemia . M: Medicine 2001; Pp.19- 24.
 4. *Lebedev V.P.* Transcranial electrostimulation: experimental and clinical research . - Volume 1 . (third edition .) - St. Petersburg., 2005. Pp.528.
 5. *Lebedev V.P., Ilinskii O.B., Savchenko A.B.* Transcranial electrostimulation as an activator of reparative regeneration : from experiment to clinic. // Transcranial electrostimulation : experimental and clinical studies . SPb . 2003. Pp. 528.
 6. *Martynov Y.S., Girich T.I., Kuncovich G.I. et al.* Diagnostics , treatment and prevention of early stages of cerebrovascular insufficiency // Journal of Neurology and psychiatry. S.S. Korsakov. 1998, Vol 98 , N8. Pp. 14-18.
 7. *Moskvina V.A.* Hemispheric asymmetry and the problem of alcoholism / Questions psychology. 1999. Number 5. Pp. 80 - 89.
 8. *Strel'nikov A.V., Zvonikov V.M., Gorbunov F.E.* Dynamic Correction of asymmetry in the complex treatment of patients with neurological manifestations dorsopathies. Materials of scientific and practical activities V All-Russian Forum " Health of the Nation - the basis of the prosperity of Russia ", Volume 3, "Task Rehabilitation Medicine, Rehabilitation and Resort in addressing improvement of the population of Russia." Moscow, 2009. Pp.107 -108.
 9. *Fokin V.F.* Dynamic functional asymmetry as a reflection of the functional states. Asymmetry 2007 . Vol. 1, № 1. Pp. 4 - 9.
 10. *Chuprikov A.P., Linev A.N., Martsenkovsky I.A.* The lateral therapy . Kiev : Zdorov'ye, 1994 . Pp.176.
 11. *Shulgan A.E., Borsukov A.V.* Transcranial electrical stimulation in patients with diffuse liver disease - Smolensk , 2012, Pp.18 -28.
 12. *Chimowitz M.I., Thompson D.W., Furlan A.J.* Common vascular problems in office practice. /In: Office Practice of Neurology. Ed. by M.A. Samuels, S. Feske. -New York etc.: 3.2001. Pp. 125-128.
 13. *Fisher C.M.* Lacunar strokes and infarcts.//Neurology. 1982. V.32. Pp.871–876.
-

УДК 616.361-089.819.5

UDC 616.361-089.819.5

А.В. МАМОШИН

кандидат медицинских наук, доцент, кафедра общей хирургии и анестезиологии, Орловский государственный университет

E-mail: dr.mamoshin@mail.ru

А.Л. АЛьянов

кандидат медицинских наук, доцент, кафедра общей хирургии и анестезиологии, Орловский государственный университет

E-mail: tantoras@mail.ru

А.В. БОРСУКОВ

доктор медицинских наук, профессор, кафедра факультетской терапии, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: bor55@yandex.ru

A.V. MAMOSHIN

Candidate of Medicine, associate professor, department of General Surgery and Anesthesiology, Orel State University

E-mail: dr.mamoshin@mail.ru

A.L. ALYANOV

Candidate of Medicine, associate professor, department of General Surgery and Anesthesiology, Orel State University

E-mail: tantoras@mail.ru

A.V. BORSUKOV

Doctor of Medical Sciences, professor of faculty therapy department, Smolensk State Medical Academy

E-mail: bor55@yandex.ru

АНТЕГРАДНАЯ БАЛЛОННАЯ ПЛАСТИКА СТРИКТУРЫ БИЛИОДИГЕСТИВНОГО АНАСТОМОЗА

ANTEGRADE BALLONNY PLASTIC OF THE BILIODIGESTIVE ANASTOMOSIS STRICTURE

В 2012-2014 гг. 3 больным выполнена антеградная баллонная пластика стриктуры билиодигестивного анастомоза. Осложнений в послеоперационном периоде и случаев с летальным исходом не отмечено.

Ключевые слова: механическая желтуха, ультразвуковое исследование, чрескожная чреспечёчная холангиостомия, стриктура, антеградная баллонная пластика.

In 2012-2014 years three patients underwent antegrade balloon plastic stricture biliodigestive anastomosis. Postoperative complications and fatalities were not observed.

Keywords: obstructive jaundice, ultrasonic examination, percutaneous transhepatic cholangiostomy, stricture, antegrade balloon plastic.

Известно, что лапароскопическая холецистэктомия признана «золотым стандартом» в лечении калькулёзного холецистита. При этом несмотря на непрерывное совершенствование лапароскопического оборудования, частота возникающих интраоперационных осложнений не имеет явной тенденции к снижению. Это обусловлено широким распространением лапароскопических технологий в лечебных учреждениях различного уровня и неуклонным ростом количества выполняемых лапароскопических холецистэктомий.

Наиболее грозным осложнением как традиционной, так и лапароскопической холецистэктомии является повреждение внепечёчных желчных протоков. При этом вероятность повреждения протоков в два раза выше при лапароскопической, чем при традиционной холецистэктомии. В последние годы частота этих осложнений варьирует от 0,3% до 3%. Основными причинами травмы внепечёчных желчных протоков являются: наличие инфильтрата в области шейки желчного пузыря и печёчно-двенадцатиперстной связки, кровотечение во время операции, нестандартная анатомия внепечёчных желчных протоков, наличие билиобилиарного свища [3,5].

Традиционным методом коррекции желчеоттока является гепатикоеюностомия на отключённой по Ру петле тонкой кишки, приводящая в 20-30% наблюдений к формированию стриктуры анастомоза – серьёзного осложнения, требующего технически сложных и зачастую повторных реконструктивных операций, нередко приводящих к инвалидизации пациентов [1, 3, 4].

Большинство хирургов в последнее десятилетие отдают предпочтение миниинвазивным методам ликвидации стриктур билиодигестивных анастомозов. Чреспечёчные эндобилиарные вмешательства, включающие реканализацию и баллонную дилатацию стриктур с последующим каркасным дренированием, являются методами выбора [2, 6, 7].

За период с 2012 г. по январь 2014 г. в хирургическом отделении Орловской областной клинической больницы 3 пациентам выполнена антеградная баллонная пластика стриктуры билиодигестивного анастомоза.

В стационаре проводилось комплексное обследование больных, включающее исследование клинко-лабораторных данных (общий и биохимический анализ крови, общий анализ мочи, коагулограмма и др.), выполнялось УЗИ брюшной полости, ЭГДС, по показаниям МСКТ, а также ряд других инструментальных исследований в зависимости от сопутствующей патологии. При поступлении уровень билирубина в исследуемой группе больных колебался от 68 до 145 мкмоль/л. При проведении УЗИ у всех пациентов были выявлены признаки актуальной билиарной гипертензии, что явилась основанием для антеградного дренирования желчных путей под сонофлуороскопическим контролем. При этом чрескожно-чреспечёчная холангиостомия несла на себе как диагностическую, так и лечебную нагрузку, по сути являясь первым этапом в серии антеградных вмешательств, направленных на коррекцию стриктуры билиодигестивного анастомоза.

Клинический пример

Пациентка Х, 58 лет по экстренным показаниям госпитализирована 07.11.2013 г. в хирургическое отделение БУЗ Орловской области «ООКБ». При поступлении предъявляла жалобы на желтушность кожных покровов, тяжесть и дискомфорт в проекции правого подреберья, повышение температуры тела до субфебрильных цифр. Вышеуказанные жалобы отмечает у себя на протяжении 5-6 дней до момента поступления. За семь месяцев до госпитализации (08.04.2013г.) пациентке было выполнено реконструктивное оперативное вмешательство – гепатикоеюностомия на отключенной по Ру петле тонкой кишки по поводу ятрогенной травмы общего желчного протока с иссечением его части при выполнении лапароскопической холецистэктомии. Была выписана в удовлетворительном состоянии с выздоровлением. При поступлении у пациентки отмечен умеренно выраженный лейкоцитоз, гипербилирубинемия (общий билирубин 129 мкмоль/л) с тенденцией к росту в динамике. При выполнении УЗИ отмечено расширение внутрипечёночных желчных протоков (рис. 1).



Рис. 1. Ультразвуковая томограмма. Расширенные желчные протоки.

Заключение: постхолецистэктомический синдром, состояние после лапароскопической холецистэктомии, реконструктивной операции, по поводу ятрогенного повреждения общего желчного протока – наложения гепатикоеюноанастомоза (ГЕА), стриктура билиодигестивного анастомоза, билиарная гипертензия II типа, механическая желтуха, хронический холангит. С целью декомпрессии выполнена чрескожно-чреспечёночная холангиостомия (ЧЧХС) через левый долевого протока дренажным катетером 8 Fr (рис. 2, 3).

При холангиографии выявлены расширенные долевого протоки, поступление контрастного вещества в тощую кишку через ГЕА отсутствует (рис. 4).

После нормализации клинических и лабораторных показателей, через 6 суток с момента выполнения ЧЧХС, произведена антеградная реканализация ГЕА. С использованием традиционных ангиографических приёмов и специального оборудования, по поисковому катетеру гидрофильный проводник был заведен за стриктуру анастомоза в тощую кишку (рис. 5). После этого в зону стриктуры заведён баллонный катетер и

выполнена антеградная баллонная дилатация зоны анастомоза (рис. 6).



Рис. 2. Ультразвуковая томограмма. Пункция долевого желчного протока.



Рис. 3. Ультразвуковая томограмма. Постановка холангиостомического дренажа.



Рис. 4. Антеградная холангиограмма. Наружная холангиостомия. Полный блок ГЕА.

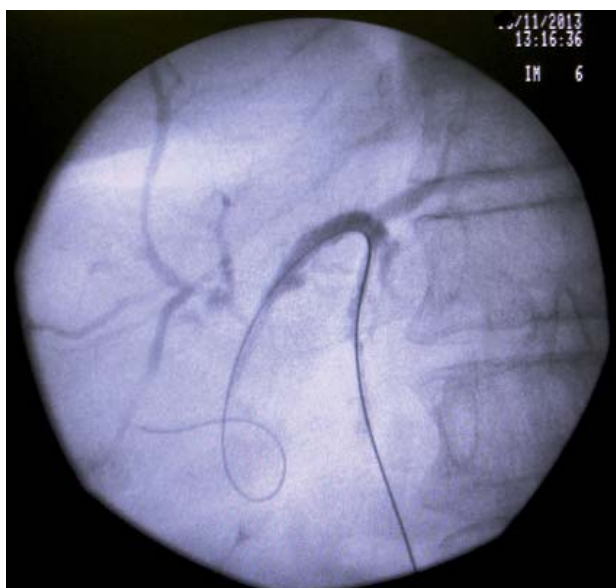


Рис. 5. Антеградная холангиограмма. Реканализация ГЕА. Проведение гидрофильного проводника за стриктуру.



Рис. 7. Антеградная холангиограмма. Повторная антеградная баллонная пластика ГЕА.

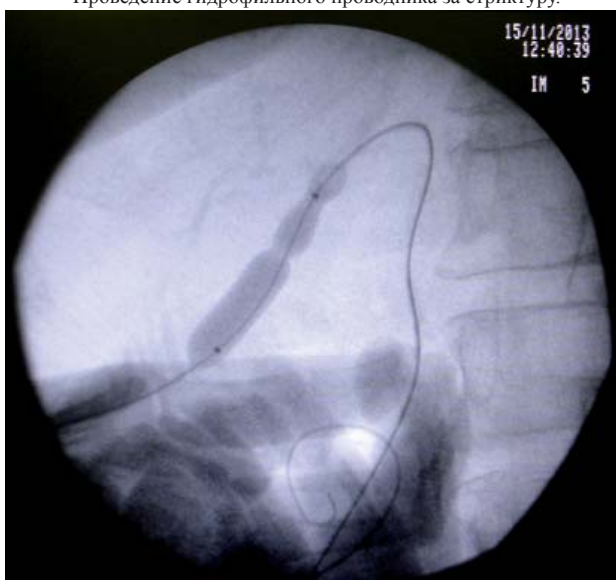


Рис. 6. Антеградная холангиограмма. Баллонная дилатация зоны анастомоза.



Рис. 8. Антеградная холангиограмма. Наружно-внутреннее каркасное дренирование ГЕА.

Дилатацию осуществляли под сонофлуороскопическим контролем, баллонным катетером 10 мм, при рабочем давлении в баллоне 8 атм. и экспозиции до 10 мин. Повторная антеградная баллонная пластика стриктуры анастомоза была выполнена через три дня и позволила окончательно восстановить пассаж желчи по ГЕА (рис. 7).

При этом наружный холангиостомический дренаж трансформировали в наружно-внутренний холангио-еюнальный и перекрывали, что позволило пассивно восстановить отток желчи в тощую кишку. Кроме того, холангиостомический дренаж выполнял роль каркаса ГЕА, предупреждая его повторное стенозирование (рис. 8). Продолжительность пребывания пациентки в стационаре в данную госпитализацию составила 13 койко-дней. Через 3 и 6 мес. в плановом порядке повторяли сеансы антеградной баллонной дилатации ГЕА. Через 9 мес. наружно-внутренний дренаж удаляли. За два года динамического наблюдения пациентов признаков рецидива стриктуры ГЕА не отмечено.

Осложнений в послеоперационном периоде, связанных с выполняемыми вмешательствами, а также случаев летального исхода в исследуемой группе больных не отмечено.

Таким образом, последовательное применение интервенционных антеградных вмешательств (чрескожно-чреспечёчное наружно-внутреннее дренирование, баллонная дилатация стриктуры билиодигестивного анастомоза) является минимально инвазивным и эффективным методом хирургического лечения, позволяющим в короткие сроки без применения общей анестезии восстановить проходимость ГЕА и предотвратить повторное рубцевание зоны анастомоза.

Библиографический список

1. Бебуришвили А.Г., Зюбина Е.Н., Стrogанова Е.П. и др. Осложнения хирургической коррекции ятрогенных повреждений и стриктур желчных протоков // Анн. хирург. гепатолог. 2008. Т.13. №3. С.108-109.
2. Борисов А.Е., Борисова Н.А., Кубачёв К.Г. и др. Возможности рентгеноэндобилиарных и эндоскопических вмешательств при доброкачественных стриктурах внепечёночных желчных протоков // Анн. хирург. гепатолог. 2008. Т.13. №3. С.110-111.
3. Гальперин Э.И. Что должен делать хирург при повреждении желчных протоков? / 50 лекций по хирургии. М.: Медиа Медика, 2003. С.198-206.
4. Гальперин Э.И., Ветшев П.С. Руководство по хирургии желчных путей. М.: Издательский дом Видар-М, 2006.
5. Вишневецкий В.А., Ефанов М.Г., Икрамов Р.З. и др. Посттравматические стриктуры проксимальных внепечёночных протоков // Анн. хирург. гепатолог. 2008. Т.13. №3. С.113.
6. Охотников О.И., Григорьев С.Н. Антеградные эндобилиарные вмешательства при стриктурах билиодигестивных анастомозов после ятрогенного повреждения внепечёночного желчного дерева // Анн. хирург. гепатолог. 2008. Т.13. №3. С.132.
7. Охотников О.И., Яковлева М.В. Рентгенохирургическая антеградная транспечёночная коррекция стриктуры билиодигестивного анастомоза // Анн. хирург. гепатолог. 2012. Т.17. №3. С.110-113.

References

1. Beburishvili A.G., Zyubina E.N., Stroganova E.P. Complications and other surgical correction of iatrogenic injuries and strictures of the bile ducts // Ann. surgeon. hepatologist. 2008. V.13. Number 3. Pp.108-109.
 2. Borisov A.E., Borisova N.A., Kubachev K.G. et al. Features of roentgen endobiliary and endoscopic interventions in benign strictures of the extrahepatic bile ducts // Ann. surgeon. hepatologist. 2008. V.13. Number 3. Pp.110-111.
 3. Galperin E.I. What should the surgeon do if bile duct is injured? / 50 lectures on surgery. M.: Media Medica 2003. Pp.198-206.
 4. Galperin E.I., Vetshev P.S. Guidelines for surgery of the biliary tract. Moscow: Publishing House Vidar -M, 2006.
 5. Vishnievski V.A., Efanov M.G., Ikramov R.Z. et al. Post-traumatic stricture of the proximal extrahepatic ducts // Ann. surgeon. hepatologist. 2008. V.13. Number 3. Pp.113.
 6. Okhotnikov O.I., Grigoriev S.N. Antegrade endobiliary intervention for anastomotic strictures after biliodigestive iatrogenic extrahepatic biliary tree // Ann. surgeon. hepatologist. 2008. V.13. Number 3. Pp.132.
 7. Okhotnikov O.I., Yakovleva M.V. Transhepatic antegrade endovascular correction of anastomotic strictures biliodigestive // Ann. surgeon. hepatologist. 2012. V.17. Number 3. Pp.110-113.
-

УДК 612.111.7:617.541

UDC 612.111.7:617.541

В.В. МАСЛЯКОВ

доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной работе и связям с общественностью, зав. кафедрой клинической медицины, Саратовский медицинский институт «РЕАВИЗ»

E-mail: maslyakov@inbox.ru

В.Г. БАРСУКОВ

кандидат медицинских наук, докторант, кафедра клинической медицины, Саратовский медицинский институт «РЕАВИЗ»

С.А. СУХАНОВ

аспирант, кафедра клинической медицины, Саратовский медицинский институт «РЕАВИЗ»

К.Г. КУРКИН

аспирант, кафедра клинической медицины, Саратовский медицинский институт «РЕАВИЗ»

V.V. MASLYAKOV

Doctor of medical sciences, professor, vice rector for scientific work and public relations, department chair of clinical medicine, Saratov medical institute "REAVIZ"
E-mail: maslyakov@inbox.ru

V.G. BARSUKOV

Candidate of medical sciences, doctoral candidate of chair of clinical medicine, Saratov medical institute "REAVIZ"

S.A. SUKHANOV

Graduate student of clinical medicine, Saratov medical institute "REAVIZ"

K.G. KURKIN

Graduate student of clinical medicine, Saratov medical institute "REAVIZ"

ОСОБЕННОСТИ РЕЦЕПТОРОВ ТРОМБОЦИТОВ В БЛИЖАЙШЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТРАВМАМИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

FEATURES OF RECEPTORS OF PLATELETS IN THE NEXT POSTOPERATIVE PERIOD AT PATIENTS WITH VARIOUS INJURIES OF THE THORAX

Определены особенности рецепторов тромбоцитов у 23 больных, оперированных по поводу огнестрельных и колото-резаных ранений груди в ближайшем послеоперационном периоде. Из общего количества пациентов огнестрельные ранения груди были у 11 (47,8%) человек, все раненные имели проникающие ранения без повреждения внутренних органов. Группу с проникающими колото-резаными ранениями груди без повреждения внутренних органов составили 12 (52,1%) больных. Группу сравнения составили 15 относительно здоровых доноров-добровольцев того же возраста и пола, у всех раненых объем кровопотери составил 200-500 мл. Результаты исследования показывают, что у больных с ранением груди изменение агрегационной активности тромбоцитов происходит за счет рецепторов, несущих участки b-D-галактозы, при колото-резаной ране грудной клетки – за счет рецепторов тромбоцитов, несущих участки N-ацетил-D-глюкозамина и N-ацетил-нейраминавой (сиаловой) кислоты.

Ключевые слова: ранения грудной клетки, рецепторы тромбоцитов, ближайший послеоперационный период.

Features of receptors of platelets at 23 patients operated concerning gunshot and chipped and cut wounds of a breast in the next postoperative period are defined. From total of patients gunshot wounds of a breast were at 11 (47,8%) the person, all wounded had getting wounds without internal injury. Group with getting chipped and cut wounds of a breast without internal injury made 12 (52,1%) patients. The group of comparison was made by 15 rather healthy donor volunteers of the same age and a floor, at all wounded the volume of blood loss made 200-500 ml. Results of research show that at patients change of aggregation activity of platelets happens to breast wound at the expense of the receptors bearing sites b - D - galactoses, at a chipped and cut wound of a thorax – at the expense of receptors of the platelets bearing sites N - acetyl - D - a glycosamine and N-acetyl-neyraminovoy (sialovy) acid.

Keywords: thorax wounds, receptors of the platelets, the next postoperative period.

Введение. В настоящее время травматические повреждения являются главной причиной смерти, а также временной и стойкой нетрудоспособности у лиц моложе 40 лет. В структуре травматических повреждений ранения груди составляют 35-50%. Проникающие колото-резаные и огнестрельные ранения встречаются в 12% случаев. Ранения грудной клетки сопровождаются большим количеством осложнений, для них до сих пор характерны высокая летальность на месте происшествия и в лечебных учреждениях, не всегда удовлетворительные результаты лечения [1, 2, 3, 5, 6]. Известно, что изменения агрегационной активности тромбоцитов и их гликопротеиновых рецепторов оказывают влияние на течение ближайшего послеоперационного периода у пациентов с различными травмами, при этом выраженность этих изменений зависит от степени кровопотери [7].

В настоящее время в литературе недостаточно описаны изменения сосудисто-тромбоцитарного звена системы гемостаза у пациентов с различными повреждениями грудной клетки.

Цель. Изучить изменения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов у пациентов с различными повреждениями грудной клетки в ближайшем послеоперационном периоде.

Материалы и методы. Для решения цели и задач исследования нами проведено изучение течения ближайшего послеоперационного периода и изменения их рецепторного аппарата в зависимости от объема кровопотери у 23 пациентов, оперированных по поводу огнестрельных и колото-резаных ранений груди. Все пациенты находились на лечении в хирургическом стационаре городской больницы №9 г. Грозного Чеченской республики.

Из общего количества пациентов огнестрельные ранения груди были у 11(47,8%) пострадавших, все раненные имели проникающие ранения без повреждения внутренних органов (основная 1). Группу с проникающими колото-резаными ранениями груди без повреждения внутренних органов составили 12 (52,1%) пациентов (основная 2). Группу сравнения составили 15 относительно здоровых доноров-добровольцев того же возраста и пола. Обе основных группы были сопоставимы по возрасту, объему кровопотери и тяжести состояния. Согласно шкале тяжести состояния АРАСНЕ II, сумма баллов пострадавших составила от 12 до 19. Средний возраст составил 35 ± 2 лет. Всем пациентам были выполнены первичная хирургическая обработка (ПХО) и дренирование плевральной полости. У всех пациентов объем кровопотери составил 200-500 мл.

Критериями включения были: наличие проникающего ранения грудной клетки, наличие малого гемоторакса (скопление крови в плевральном синусе 200-500 мл). Критериями исключения: наличие кровопотери более 500 мл, наличие сочетанных и множественных повреждений. При определении степени кровопотери учитывались следующие факторы: артериальное давление, центральное венозное давление (ЦВД), пульс, диурез, количество гемоглобина, дефицит объема циркулирующей крови (ОЦК).

Микроциркуляторное звено системы гемостаза оценивалось по функциональной активности тромбоцитов. Определялась агрегация тромбоцитов методом, предложенным в 1989 году З.А. Габбасовым и соавт. [5], разработанным в КНЦ АМН РФ, при помощи лазерного анализатора агрегации «Биола 230», сопряженного через интерфейс с IBM-совместимым компьютером.

Учитывались следующие показатели светопропускания:

1. Максимальная степень агрегации тромбоцитов – отношение оптической плотности на высоте агрегации тромбоцитов к исходной оптической плотности, выраженной в % (МСАТ).
2. Максимальная скорость агрегации тромбоцитов – максимальный наклон кривой светопропускания, измеряемой в %/мин (МСкАТ).
3. Время достижения максимальной скорости агрегации (в с) (ВДМСА).

1. Максимальный размер тромбоцитарных агрегатов – максимальное значение среднего размера агрегатов после добавления индуктора, измеряемый в относительных единицах (МРТА).

2. Время достижения максимального размера тромбоцитарных агрегатов, выраженное в с (ВДМРТА).

3. Время достижения наибольших тромбоцитарных агрегатов (с) (ВДНТА).

Индукторами агрегации отмытых тромбоцитов были растительные лектины: конканавалин А (Con A), лектин зародышей пшеницы (WGA) и фитогемагглютинин Р – РНА-Р (фирма «Лектинотест», Украина). При исследовании агрегации к 300 мкл отмытых тромбоцитов после минутного термостатирования при 37°C добавляли Con A, WGA и РНА-Р по 10 мкл в концентрации 32 мкг/мл.

Исследования показателей проводилось на первые, третьи, пятые, седьмые и десятые послеоперационные сутки.

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи непараметрического метода U – критерия теста Mann-Whitney (пакет программ Statistica 6.0.). Рассчитывали среднее значение и ошибку средней величины ($M \pm m$); при оценке достоверности различий средних величин несвязанных выборок использовали двухвыборочный критерий t-критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Результаты изучения функциональной активности гликопротеиновых мембран тромбоцитов, индуцированных РНА-Р в дозе 32 мкг/мл, полученные в этой группе в зависимости от выполненной операции на селезенке в первые послеоперационные сутки у пациентов с колото-резаной раной грудной клетки, не отличались от данных группы сравнения, в то же время у пациентов с огнестрельным ранением отмечается статистически достоверное увеличение всех показателей. Данные показатели были превышены в 0,3 раза по сравнению с данными группы сравнения. Из этого следует, что в первые послеоперационные сутки у пациентов с огнестрельным ранением грудной клетки, сопровождающееся кровопотерей легкой степени, отмечается увеличение гликопротеиновых рецепторов, несущих участки b-D-галактозы. Результаты изучения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином WGA, в этой группе пациентов, полученные в первые послеоперационные сутки, представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты изучения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином WGA, в группе пациентов с ранением грудной клетки, полученные в первые послеоперационные сутки

Показатели	Результаты от вида ранения		Здоровые (n = 15)
	Огнестрельные (n = 11)	Колото-резаные (n = 12)	
МСАТ, %	$14,11 \pm 0,1^*$	$12,30 \pm 0,1$	$12,26 \pm 0,1$
МСкАТ, %/мин	$9,06 \pm 0,3^*$	$7,03 \pm 0,4$	$7,02 \pm 0,2$
ВДМСА, сек	$48,9 \pm 0,4^*$	$46,7 \pm 0,2$	$46,6 \pm 0,1$
МРТА, отн. ед.	$138 \pm 0,1^*$	$130,3 \pm 0,1$	$130,4 \pm 0,2$
ВДМРТА, сек	$15,16 \pm 0,1^*$	$12,31 \pm 0,2$	$12,26 \pm 0,1$
ВДНТА, сек	$9,09 \pm 0,3^*$	$7,02 \pm 0,2$	$7,02 \pm 0,2$

Примечание: * – знак достоверности различий по отношению к данным группы сравнения ($p < 0,05$).

При проведении анализа данных, представленных в табл. 1, видно, что у пациентов с колото-резаной раной полученные результаты не отличались от группы сравнения. В то же время в группе пациентов с огнестрельным ранением отмечается статистически достоверное увеличение всех исследуемых показателей. Из этого следует, что у пациентов этой группы происходит частичная активация участков рецепторов, содержащих N-ацетил-D-глюкозамина и N-ацетил-нейраминовой (сиаловой) кислоты в гликопротеиновых рецепторах мембран тромбоцитов.

В табл. 2 представлены результаты изучения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином ConA. Из этих данных видно, что в группе пациентов с колото-резанными ранениями грудной клетки исследуемые показатели не отличались от данных группы сравнения. В то же время в группе пациентов с огнестрельными ранениями все показатели были статистически достоверно повышены. Из этого следует, что агрегационная активность тромбоцитов у пациентов с огнестрельной раной грудной клетки повышается, в том числе и за счет гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, несущих участки маннозы.

На третьи послеоперационные сутки у пациентов анализируемой группы отмечается увеличение всех показателей функциональной активности гликопротеиновых мембран тромбоцитов, индуцированных РНА-Р. При этом в группе пациентов с колото-резаной раной показатели увеличились в 1,5 раза, а в группе с огнестрельным ранением – в 2 раза.

При исследовании гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином WGA, установлено, что в обеих группах зарегистрировано повышение всех показателей гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином WGA. При этом в группе пациентов с огнестрельным ранением эти показатели значительно повышены, чем в группе больных с колото-резаными ранами (1,5 и 1,2 раза соответственно). Представленные данные свидетельствуют о том, что агрегационная активность тромбоцитов у пациентов этой группы происходит в том числе и за счет гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, несущих участки N-ацетил-D-глюкозамина и

N-ацетил-нейраминовой (сиаловой) кислоты. Данные гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином ConA, на третьи сутки показывают, что у пациентов с колото-резаной раной не изменялись и соответствовали результатам, полученным в группе сравнения. В группе пациентов с огнестрельным ранением они увеличивались и превышали показатели группы сравнения в 1,5 раза. Из этого следует, что увеличение агрегационной активности тромбоцитов в группе пациентов с огнестрельным ранением грудной клетки происходит за счет гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, несущих участки маннозы. В то же время в группе пациентов с колото-резаным ранением грудной клетки участки, несущие маннозу, не изменяются.

На пятые послеоперационные сутки в группе пациентов с колото-резаной раной и огнестрельным ранением участки гликопротеиновых мембран тромбоцитов, индуцированных РНА-Р, не изменялись и соответствовали данным, полученным на третьи послеоперационные сутки. Участки гликопротеиновых мембран тромбоцитов, индуцированных WGA, в группе пациентов с колото-резаным ранением не изменялись и соответствовали данным, полученным на третьи послеоперационные сутки; в группе пациентов с огнестрельным ранением все исследуемые показатели уменьшались, но оставались повышенными по сравнению с данными группы сравнения (табл. 3). Из этого можно сделать заключение, что уменьшение агрегационной активности тромбоцитов на пятые послеоперационные сутки происходит за счет гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, несущих участки N-ацетил-D-глюкозамина и N-ацетил-нейраминовой (сиаловой) кислоты. Показатели гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных Con A, в обеих исследуемых группах не изменялись и соответствовали данным, полученным на третьи послеоперационные сутки.

На седьмые послеоперационные сутки в группе пациентов с колото-резаной раной зарегистрировано восстановление показателей гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных РНА-Р. Исследуемые показатели в группе пациентов с огнестрельным ранением не изменялись. Из этого следует, что в группе

Таблица 2.

Результаты изучения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином Con A, в группе пациентов с ранением грудной клетки, полученные в первые послеоперационные сутки

Показатели	Результаты от вида ранения		Здоровые (n = 15)
	Огнестрельные (n = 11)	Колото-резаные (n = 12)	
МСАТ, %	8,2 ± 0,1*	7,3 ± 0,1	7,2 ± 0,1
МСкАТ, %/мин	5,26 ± 0,3*	4,23 ± 0,4	4,22 ± 0,2
ВДМСА, сек	46,9 ± 0,4*	44,7 ± 0,2	44,8 ± 0,1
МРТА, отн. ед.	157,2 ± 0,1*	151,3 ± 0,1	150,3 ± 0,2
ВДМРТА, сек	8,6 ± 0,1*	7,3 ± 0,2	7,2 ± 0,1
ВДНТА, сек	5,34 ± 0,3*	4,23 ± 0,2	4,22 ± 0,2

Примечание: * – знак достоверности различий по отношению к данным группы сравнения (p<0,05).

пациентов с колото-резаной раной грудной клетки на седьмые послеоперационные сутки происходит восстановление агрегационной активности тромбоцитов, несущих участки b-D-галактозы. Результаты изучения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином WGA, на седьмые послеоперационные сутки показывают, что все исследуемые показатели в группе пациентов с колото-резаной раной также восстанавливались и соответствовали данным группы сравнения. В то же время в группе пациентов с огнестрельным ранением существенных изменений не получено. Из этого следует, что в группе пациентов с колото-резаной раной грудной клетки восстанавливаются участки гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, несущих участки N-ацетил-D-глюкозамина и N-ацетил-нейрамина (сиаловой) кислоты. Существенных изменений в результатах изучения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином Con A, не получено, все исследуемые показатели соответствовали данным, полученным на пятые послеоперационные сутки. При изучении показателей гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных РНА-Р, WGA и Con A, в группе пациентов с колото-резаной раной грудной клетки данные не изме-

нялись и соответствовали данным группы сравнения. В группе пациентов с огнестрельным ранением исследуемые показатели восстанавливались и соответствовали данным группы сравнения, т.е. происходило полное восстановление показателей агрегационной активности тромбоцитов за счет всех участков гликопротеиновых рецепторов.

При сопоставлении полученных лабораторных данных с клинической картиной нами установлено, что в группе пациентов с огнестрельным ранением зарегистрировано развитие 3 (27,2%) осложнений, в группе пациентов с колото-резаной раной – 2 (16,6%). При этом во всех случаях осложнения носили гнойно-септический характер, развивалась пневмония.

Таким образом, проведенные результаты исследования показывают, что у пациентов с ранением груди изменение агрегационной активности тромбоцитов происходит за счет гликопротеиновых рецепторов, несущих участки b-D-галактозы и маннозы. При колото-резаной ране грудной клетки агрегационная активность тромбоцитов увеличивается за счет гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, несущих участки N-ацетил-D-глюкозамина и N-ацетил-нейрамина (сиаловой) кислоты.

Таблица 3.

Результаты изучения гликопротеиновых рецепторов тромбоцитов, индуцированных агглютинином WGA, в группе пациентов с ранением грудной клетки, полученные на пятые послеоперационные сутки

Показатели	Результаты от вида ранения		Здоровые (n = 15)
	Огнестрельные (n = 11)	Колото-резаные (n = 12)	
МСАТ, %	14,11 ± 0,1*	14,30 ± 0,1*	12,26 ± 0,1
МСкАТ, %/мин	10,06 ± 0,3*	9,03 ± 0,4*	7,02 ± 0,2
ВДМСА, сек	49,9 ± 0,4*	48,7 ± 0,2*	46,6 ± 0,1
МРТА, отн. Ед.	138 ± 0,1*	137,3 ± 0,1*	130,4 ± 0,2
ВДМРТА, сек	17,16 ± 0,1*	16,31 ± 0,2*	12,26 ± 0,1
ВДНТА, сек	9,09 ± 0,3*	9,02 ± 0,2*	7,02 ± 0,2

Примечание: * – знак достоверности различий по отношению к данным группы сравнения (p<0,05).

Библиографический список

1. Абакумов М.М., Исфакхани А.К. Хирургическая тактика при ножевых левосторонних торакоабдоминальных ранениях // Вестн. хир. 1997. №1. С. 86-90.
2. Баранова О.А. Эндовидеоторакоскопия при травмах грудной клетки // Автореф. дисс.... кандидата мед. наук, М., 2005.
3. Брюсов П.Г., Шалаев С., Чепчерук Г.С. Хирургическая тактика при огнестрельных проникающих ранениях груди // Хирургия. 1993. №4. С. 43-48.
4. Вагнер Е.А. Хирургия повреждений груди // М.: Медицина, 1981. 287 с.
5. Габбасов З.А., Попов Б.Г., Гаврилов И.Ю. Новый высокочувствительный метод анализа агрегации тромбоцитов // Лабораторное дело. 1989. №10. С. 15-18.
6. Колесов А.П., Бисенков Л.Н. Хирургическое лечение огнестрельных повреждений груди // Л.: Медицина, 1986. 140 с.
7. Масляков В.В., Громов М.С., Ермилов П.В. Особенности тромбоцитарного звена системы гемостаза в ближайшем послеоперационном периоде после операций на поврежденной селезенке // Фундаментальные исследования. 2012. - №4 (2). С. 323 – 327.

References

1. Abakumov M.M., Isfakhani A.K. Surgical tactics at knife left-side the torakoabdominalnykh wounds // Messenger of surgery. 1997. No.1. Pp. 86-90.
2. Baranova O.A. Endovideotorakoskopiya at injuries of a thorax // Avtoref. theses candidate meditsinskikh of sciences, M., 2005.
3. Bryusov P.G., Shalae S., Chepcheruk G.S. Surgical tactics at gunshot getting wounds of a breast // Surgery. 1993. No. 4. Pp. 43-48.
4. Wagner E.A. Surgery of injuries of a breast / M: Medicine, 1981. 287 p.
5. Gabbasov Z.A. Popov B. G., Gavrilov I.Yu. New highly sensitive method of the analysis of aggregation of platelets // Laboratory business. 1989. No. 10. Pp 15-18.
6. Kolesov A.P. Bisenkov L.N. H Surgical treatment of fire injuries of a breast / L.: Medicine, 1986. 140 p.
7. Maslyakov V.V., Gromov M.S., Yermilov P.V. Features of a trombositarny link of system of a hemostasis in the next postoperative period after the injured spleen operations // Basic researches. 2012. No. 4 (2). Pp. 323 – 327.

УДК 612.88

UDC 612.88

И.В. МИХАЙЛОВ

кандидат медицинских наук, доцент, кафедра последипломного медицинского образования, Орловский государственный университет
E-mail: Rolaw@rambler.ru

В.С. ЕВСЕЕВ

зав. медико-криминалистическим отделением со спектральной лабораторией, Липецкое областное бюро судебно-медицинской экспертизы
E-mail: Ewslip@lipetsk.ru

М.А. ХАЛИЛОВ

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф, Орловский государственный университет

Е.А. УЛАЕВА

ординатор, медицинский институт, Орловский государственный университет

М.В. ЕВСЕЕВ

студент, лечебный факультет, Курский государственный медицинский университет
E-mail: Ewslip@mail.ru

I.V. MIKHAYLOV

Candidate of Medical sciences, Assistant, Chair of Normal physiology, Kursk state medical university
E-mail: Rolaw@rambler.ru

V. S. YEVSEYEV

Doctor forensic scientist of the highest category, Head of medico-criminalistic office with spectral laboratory, Lipetsk Regional Bureau of Forensic Medical Examination Public Healthcare Institution.

E-mail: Ewslip@lipetsk.ru

M.A. KHALILOV

Doctor of Medical sciences, professor, Head of Human anatomy, operative surgery, Orel state university

E.A. ULAEVA

Ordinate of Medical Institute, Orel state university

M. V. YEVSEYEV

Student of medical faculty, Kursk state medical university
E-mail: Ewslip@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВКУСОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

RESEARCH OF FLAVORING SENSITIVITY OF THE PERSON

Работа посвящена обсуждению физиологической роли вкусовосприятия человека, анализу существующих методик исследования вкуса, их клинической и экспериментальной роли, достоинств и недостатков. Предлагается оригинальная методика исследования вкусовой чувствительности, приводится описание устройства для ее реализации. Методика обладает простотой в реализации, низкой стоимостью расходных материалов, высоким уровнем удобства для исследователя и пациента.

Ключевые слова: особенности восприятия вкуса, вкусовая чувствительность, густометрия.

The work is devoted to discussion of the physiological role of taste perception of the person, the analysis of existing techniques of the research of taste, their clinical and experimental role, merits and demerits. The original technique of research of flavoring sensitivity is offered, the device description for its realization is provided. The technique possesses simplicity in realization, the low cost of expendables, high level of convenience to the researcher and the patient.

Keywords: features of perception of taste, flavoring sensitivity, gustometry.

Вкусовая чувствительность играет в жизни немало важную роль. Вкус сопровождает человека от первого глотка материнского молока до последнего глотка воды.

В то же время, вкусовосприятие обладает особенностью, резко выделяющей ее среди других сенсорных систем, – в аспекте восприятия раздражителя она не универсальна. Рассматривая основные органы чувств в рамках физиологической нормы, можно утверждать, что определенная спектральная характеристика света формирует его цвет, а интенсивность светового пучка – яркость. Интенсивность звуковой волны и ее частотно-амплитудные характеристики, сила прикосновения и его длительность, аромат хлеба или гнилостный запах сероводорода – все эти раздражители универсальны в восприятии человека, не зависят ни от пола, ни от возраста, ни от этнической принадлежности.

Вместе с тем, данные ряда авторов показывают, что вкусовое восприятие более индивидуализировано и связано с пищевой традицией отдельного человека. Нельзя не привести цитату замечательного отечественного историка, кулинара В.В. Похлебкина: «В кухнях

Ближнего Востока, Закавказья и особенно в армянской кухне – одной из древнейших в мире, принято повышенное употребление соли... Наоборот, в Прибалтике, в Германии сложилась весьма прекрасная кухня, для которой даже та степень употребления соли, которая принята в русской и других славянских кухнях, представляется высокой. В то же время, русская кухня в этом смысле также неоднородна: на Дону, в Предуралье веками выработалась привычка солить пищу круче, чем в Центральной России, а в Сибири есть районы, где пищу либо вовсе не солят, либо солят ее так, что москвич или ленинградец не сможет есть» [10].

Различия во вкусовосприятии затрагивают, конечно, не только соленый вкус. Установлены различия к сладкому и кислому, в том числе у лиц, проживающих в условиях Севера России, а также выявляются гендерные различия [6].

Известно, что идентификация вкуса имеет свою особенность у пожилых и детей [11].

Примечательно, что только горький вкус обладает относительным постоянством в восприятии, что, пред-

положительно, может быть связано с ним как эволюционным маркером продуктов опасных, ядовитых.

Вкус для человека – это не только пищевые предпочтения или следование кулинарным традициям. Изменение или отсутствие вкуса – важный элемент клинической диагностики ряда патологических состояний.

Отмечается, что у подростков и юношей с отклонениями вкуса выявлена повышенная тревожность, повышенный уровень кортизола, сниженная оксидантная активность нейтрофилов, имеется склонность к частым простудным заболеваниям [7].

Изменение вкусового восприятия отмечается при таких социально важных заболеваниях, как сахарный диабет и артериальная гипертония [2,3,5].

Безусловно, актуально изучение изменений вкуса при заболеваниях полости рта, в частности при стоматологической патологии [9].

Осознание вкуса формирует не только отношение к пище, но и к фармацевтическим препаратам, что должно учитываться в педиатрической практике ввиду расширения спектра препаратов и форм перорального введения лекарства детям [4].

В клинической практике распространение получили две основные методики исследования вкуса – густометрия и электрогустометрия [12].

Классическая густометрия предусматривает использование четырех типов веществ для моделирования основных вкусов: глюкозы (сладкий), поваренной соли (соленый), кислот, как правило, лимонной, (кислый) и хинина гидрохлорид (горький). Растворы представлены в различных разведениях, диапазон которых от под- до надпороговых. Нанесение раствора производится по двум схемам: либо полоскание ротовой полости необходимым раствором, либо нанесение его пипеткой с тонким кончиком или при помощи какого-либо губчатого носителя, например сердцевинки бузины [1].

В случае работы по второй схеме растворы наносят в соответствии с особенностями топографо-анатомической иннервации периферического отдела анализатора: сладкий – кончик языка и его передняя треть, соленый и кислый – боковая поверхность языка, горький – корень языка [8].

Электрогустометрия – метод, в основе которого лежит раздражение поверхности языка постоянным электрическим током, что модулирует различные вкусовые ощущения.

Как показали наши наблюдения, достоинства и недостатки методик следующие: густометрия занимает относительно большое количество времени, что вызывает утомление пациента, необходимо большое по разнообразию количество свежих растворов с равной температурой, оснащенное плевательницей или раковиной помещением. Внесение растворов при помощи пипетки откровенно неудобно – требуется значительный навык, чтобы вносить равные объемы растворов, причем последние имеют тенденцию к неравномерному растеканию по поверхности языка. Кроме того, удобство работы для врача связано с неудобством пациента и наоборот – доступ к корню языка технически возможен

только при высунутом языке, что утомляет пациента и искажает результаты, при физиологическом же его расположении точное помещение капли раствора требует определенной сноровки, ловкости и опыта.

Использование пористого материала-носителя технически более удобно, однако работа с известными и используемыми материалами показала, что срок их службы 2-3 касания, после чего необходимо их пропитывать заново тем же раствором, количество таких циклов не превышает 3, после чего носитель необратимо деформируется. Приготовить же заранее необходимое количество носителей невозможно из-за их размокания. Работа непосредственно в ротовой полости более удобна по сравнению с использованием капель раствора, особенно при использовании пинцета.

Электрогустометрия получила относительно широкое распространение при проведении клинических исследований, однако для реализации методики требуется дополнительное дорогостоящее оборудование, а раздражитель, воздействующий на вкусовые рецепторы, может быть отнесен к адекватным физиологическим лишь условно.

Целью нашей работы стала разработка способа исследования вкусовой чувствительности с учетом недостатков и достоинств известных методик.

За основу нами был выбран наиболее физиологический метод – классическая густометрия с использованием авторской формы-носителя. Форма-носитель позволяет увеличить количество циклов до 30, по 3 касания в каждом, без потери первоначальной формы, а значит, остается неизменной и площадь отпечатка на поверхности языка.

Изменению мы подвергли и пинцет для удержания формы – носителя, добавив автономный блок управления (1), в котором размещается элемент питания и выключатель (2), фиксационную скобу (4), которая в закрытом положении облегчает удержание формы-носителя, и светодиод (3) на гибкой металлической ножке (Рис 1).

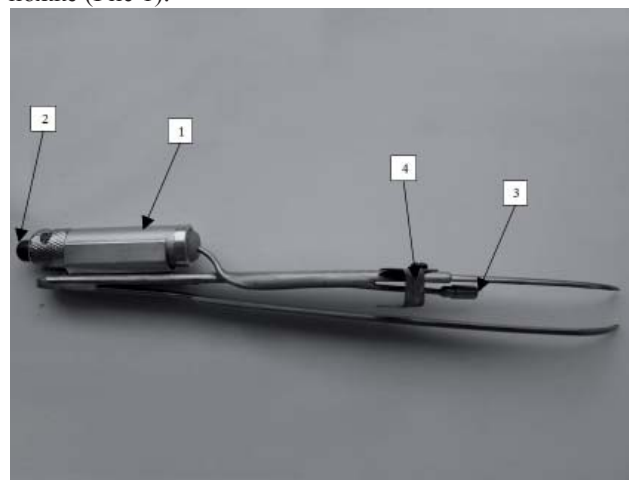


Рис. 1. Пинцет для удержания формы-носителя.

Апробация методики проведена на 45 испытуемых – добровольцах обоего пола (20 женщин, 25 мужчин).

Принцип работы устройства следующий. Перпендикулярно к плоскости пинцета захватывает-

ся форма-носитель, пропитанная вкусовым раствором необходимой концентрации. Фиксационной скобой, опущенной вниз, форма-носитель фиксируется, после чего при помощи выключателя включается светодиодное освещение. Исследуемому дают следующую инструкцию: «После прикусывания к слизистой Ваш язык должен оставаться неподвижным. Если Вы почувствуете какой-либо вкус, просьба подать сигнал», после чего просят раскрыть рот и производят касание к заинтересованным структурам. Производят оценку не только правильности вкусовосприятия, но времени, затраченного на идентификацию вкуса, вне зависимости от того, правильно или нет указан вкус.

Предлагаемое устройство продемонстрировало следующие преимущества: использование фиксационной скобы снимает напряжение мышц кисти врача, исключается возможность непроизвольного падения формы-носителя в ротовой полости испытуемого, использование изогнутой дистальной части пинцета увеличивает обзор при нанесении отпечатка вкусового вещества, светодиодная точечная подсветка позволяет адекватно оценить поверхность языка и траекторию движения инструментом, в том числе у корня языка, что предупреждает рвотный рефлекс. Герметичность

автономного блока управления и светодиодного блока крепления позволяет обрабатывать инструмент методами химической стерилизации и ультрафиолетовым излучением. При проведении исследования пациенту достаточно открыть рот без высовывания языка из ротовой полости, что значительно снижает утомление и сопутствующий тремор языка, а также неспособность удержать язык в зафиксированном положении. Работа от автономных элементов питания позволяет проводить манипуляции вне зависимости от наличия стационарного электропитания.

Выводы

Таким образом, описанная методика и устройство позволяют более широко в клинической практике и при проведении фундаментальных исследований изучать особенности вкусовосприятия и его нарушения. Описанное устройство может быть полезно также в работе врачей-хирургов, ЛОР-врачей, патологоанатомов и в практике судебно-медицинской службы вследствие компактности, мобильности, относительной дешевизны, возможности автономного индивидуального освещения при выполнении тонких манипуляций и многократной стерилизации.

Библиографический список

1. Бронштейн А.И. Вкус и обоняние. Изд-во Академии наук СССР, 1950.
2. Волков В.С., Нилова С.А. Особенности артериальной гипертонии у больных ишемической болезнью сердца, потребляющих повышенное количество поваренной соли. Российский кардиологический журнал. 2007. №3. С. 23-26.
3. Волков В.С., Поселюгина О.Б., Свистунов О.П. О роли поваренной соли в патогенезе гипертонической болезни. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2005. Т.4. №2. С. 35-39.
4. Гончаров Н.Ф., Михайлов И.В., Гончаров Н.Н. Опыт применения контролируемого барьера при использовании кардиотонического препарата на основе боярышника. Современные проблемы науки и образования. 2012. №1. С. 254-254
5. Кахраманова Д.А., Ольхин В.А., Давыдов А.Л. Состояние вкусового восприятия у пациентов сахарным диабетом 2 типа. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2010. №3. С. 265-268.
6. Колосова О.Н., Малогулова И.Ш. Особенности вкусовой чувствительности человека на Севере. Наука и образование. 2007. №2. С. 102-106.
7. Невидимова Т.И., Коконова Д.Н., Барабанова О.Н., Бас В.В. Участие сенсорных систем в формировании аддиктивного поведения. Вестник Томского государственного университета. 2007. № 300-2. С. 194-194.
8. Основы сенсорной физиологии. Под ред. Р. Шмидта, пер. с англ. М., 1984.
9. Писаревский Ю.Л., Соловьев С.Н., Фатьянова Л.А., Питерская Ф.К. Изменения вкусовой чувствительности рецепторов языка при полном отсутствии зубов. Забайкальский медицинский вестник. 2009. №2. С. 5-7.
10. Похлебкин В.В. Занимательная кулинария. М.: Центрполиграф, 1999.
11. Сисенгалиева Г.Ж. Сенсорное обеспечение поведения в раннем постнатальном онтогенезе человека: Автореф. дис. ... канд. биол. Наук. М., 1997. 26 с.
12. Тулкин В.Н., Бабияк В.И. Органы вкуса и диагностика нарушений вкусовой чувствительности. Российская оториноларингология. 2009. №3. С. 103-112.

References

1. Bronstein A.I. Taste and sense of smell. Publishing house of Academy of Sciences of the USSR, 1950.
2. Volkov B.C., Nilov S. A. Features of an arterial hypertension at the patients with the coronary heart disease consuming increased amount of table salt. Russian cardiological magazine. 2007. No. 3. Pp. 23-26.
3. Volcov B.C., Poselyugin O. B., Svistunov O. P. About the role of table salt in pathogenesis of hypertensive illness. Cardiovascular therapy and prevention. 2005. Vol.4. No. 2. Pp. 35-39.
4. Goncharov N. F. Mikhaylov I. V. Goncharov N. N. Experience of application of a controlled barrier when using a cardiotonic preparation on the basis of a hawthorn. Modern problems of science and education. 2012. No. 1. Pp. 254-254
5. Kakhramanova D. A. Olkhin V. A. Davidov A. L. Condition of flavoring perception at patients with diabetes of 2 type. Actual problems of humanitarian and natural sciences. 2010. No. 3. Pp. 265-268.
6. Kolosov O. N., Malogulov I. Sh. Features of flavoring sensitivity of a person in the north. Science and education. 2007. No. 2. Pp. 102-106.
7. Nevidimova T. I. Kokonova D. N., Barabanova O. N., Bass V. V. Touch systems in formation of addictive behavior. Messenger of Tomsk state university. 2007. No. 300-2. Pp. 194-194.
8. Bases of touch physiology, under the editorship of R. Schmidt, translation from English – M., 1984.
9. Pisarevsky Yu. L. Solov'yov C. H., Fatyanova L. A., Piter'skaya F. K. The change of flavoring sensitivity of receptors of the language at total absence of teeth. Transbaikal medical messenger. 2009. No. 2. Pp. 5-7.
10. Pokhlebkina V. V. Entertaining cookery. M: Tsentrpoligraf, 1999
11. Sisengaliyeva G. Zh. Touch ensuring behavior in early post-natal ontogenesis of the person: Author's abstract of Candidate dissertation in Biology. – M., 1997. – 26 p.
12. Tulkin B. N. Babiyak V. I. Organs of taste and diagnostics of violations of flavoring sensitivity. Russian otorhinolaryngology. 2009. No. 3. Pp. 103-112.

УДК 616.36/.37-072.7

UDC 616.36/.37-072.7

Т.Г. МОРОЗОВА

кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: t.g.morozova@yandex.ru

А.В. БОРСУКОВ

доктор медицинских наук, профессор, кафедра факультетской терапии, Смоленская государственная медицинская академия

E-mail: bor55@yandex.ru

T.G. MOROZOVA

Candidate Medical Sciences, senior researcher of the Problem Scientific-Research Laboratory «Diagnostic researches and miniinvasive technologies», Smolensk State Medical Academy

E-mail: t.g.morozova@yandex.ru

A.V. BORSUKOV

Doctor of Medical Sciences, professor of faculty therapy department, Smolensk State Medical Academy

E-mail: bor55@yandex.ru

ЭЛАСТОГРАФИЯ ПРИ ЭНДОСОНОГРАФИИ ОРГАНОВ ГЕПАТОПАНКРЕАТОДУОДЕНАЛЬНОЙ ЗОНЫ: НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ

ELASTOGRAPHY IN ENDOSONOGRAPHY OF HEPATOPANCREATODUODENAL ZONE: NEW DIRECTION IN DIAGNOSTIC

Проведена пилотная оценка компрессионной соноэластографии при эндосонографии у 23 пациентов с хроническим панкреатитом, псевдотуморозным панкреатитом, раком поджелудочной железы, циррозом печени. По результатам исследования рекомендуется использовать соноэластографию печени и поджелудочной железы как критерий уточняющей диагностики. Соноэластография при эндосонографии повышает точность диагностики злокачественной патологии на ранних стадиях процесса.

Ключевые слова: эндосонография, компрессионная соноэластография, поджелудочная железа, печень.

The pilot evaluation of compressive sonoelastography with endosonography from 23 patients with chronic pancreatitis, pseudotumor-pancreatitis, pancreatic cancer, cirrhosis of the liver was carried out. According to the results of the study it is recommended to use sonoelastography of the liver and pancreas as a criterion specifying diagnostics. Sonoelastography with endosonography increases the accuracy of diagnosis of malignant disease in the early stages of the process.

Keywords: endosonography, compressive sonoelastography, pancreas, liver.

Актуальность проблемы заболеваний поджелудочной железы и печени очевидна и вызывает обоснованную тревогу, поскольку на сегодняшний день отмечается существенное увеличение числа лиц, страдающих раком поджелудочной железы, а именно: рак поджелудочной железы занимает 4 место в структуре смертности от онкопатологии, являясь самым злокачественным из всех раков желудочно-кишечного тракта, имеет самый плохой прогноз: пятилетняя выживаемость менее 5 %, в случае радикального хирургического лечения – менее 20%. Говоря о печени и поджелудочной железе, следует отметить, что имеются трудности в диагностике малых злокачественных образований. В настоящее время диагностический алгоритм выявления патологии печени и поджелудочной железы (традиционный) представлен ультразвуковым методом исследования, спиральной компьютерной томографией, магнитно-резонансной томографией, магнитно-резонансной холангиопанкреатографией и эндосонографией.

Основными критериями выбора методов визуализации остаются информативность, доступность, потенциальная опасность, цена, эффективность. Важность адекватной и своевременной оценки выраженности патологического процесса в паренхиме вышеуказанных органов в настоящее время не вызывает сомнений: она необходима в клинической практике для определения стадии, прогноза заболевания и возможности своевременно скорректировать тактику лечения больных [2, 7, 11, 14, 17, 19, 20].

В последние годы активно ведутся разработки неинвазивных методов диагностики, таких как эластометрия (для оценки фиброза печени, изменений селезенки с целью прогноза развития цирроза печени), strain-эластография, эластография сдвиговой волны, но нет достаточно убедительных данных об их возможностях в диагностике заболеваний печени и поджелудочной железы, так как существуют определенные сложности их проведения. Говоря о проблемах эластографии при заболеваниях печени и поджелудочной железы, следует указать на невозможность проведения трансабдоминальной соноэластографии поджелудочной железы (множество артефактов), невозможность оценки VII, I, IV, II сегментов печени.

С 2004 г. на базе ОГБУЗ «Клиническая больница №1» работает кабинет эндосонографии, оснащенный аппаратами «HITACHI-525» и «PENTAX FG 34US». С 2012г. в кабинете установлен дополнительно: эндоскоп фирмы «АОНУА VME-N98» и ультразвуковой аппарат «HITACHI Prerius» и эндоскоп с конвексным датчиком «PENTAX EG 387OUTK».

Используемый метод эндосонографии с эластографией не только печени, но и поджелудочной железы позволит нам более точно прогнозировать развитие малых форм очаговых и хронических патологий, распространенность процесса, возможность проведения дифференциального диагноза доброкачественных и злокачественных образований. Особенно в тех ситуациях, когда состояние больного не позволяет выполнить

пункционную биопсию печени или поджелудочной железы.

Целью настоящей работы явилось изучение возможностей эндосонографии с эластографией у пациентов с заболеваниями поджелудочной железы и печени.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе МЛПУ «Клиническая больница №1» г. Смоленска. Обследовано 23 пациента, страдающих хроническим панкреатитом – 13 (56,3%) больных, псевдотуморозным панкреатитом – 5 (21,8%) человек, раком поджелудочной железы – 2 (8,8%) пациентов, циррозом печени – 3 (13,1%) обследованных.

Всем больным проводилась комплексная ультразвуковая диагностика органов брюшной полости с доплерографией и оценкой портального кровотока на аппарате «Hitachi – 525», в дуплексном и триплексном режиме сканирования. Эндосонография с эластографией проводилась с помощью ультразвукового аппарата «HITACHI Prerius» и эндоскопа с конвексным датчиком «PENTAX EG 387OUTK» (рис. 1).



Рис. 1. Диагностическая система «Hitachi-Pentax»: конвексный эндоскопический УЗ-датчик.

Под местной анестезией 10% аэрозоля лидокаина тубус эндоскопа вводился в 12-перстную кишку. Из нисходящей части двенадцатиперстной кишки осматривались области 6 сегмента печени, головка поджелудочной железы, крючковидный отросток поджелудочной железы, большой дуоденальный сосочек, желчный пузырь (ориентирами служили аорта, нижняя полая вена, верхняя брыжеечная артерия/вена, воротная вена). Из луковицы двенадцатиперстной кишки, антрального отдела желудка визуализировались 1 и 5 сегменты печени, ворота печени, головка поджелудочной железы, тело поджелудочной железы, желчные протоки, желчный пузырь (ориентирами служили воротная вена, верхняя брыжеечная вена, селезеночная вена). Из желудка осматривались области: 2, 3, 4 сегментов печени, тело поджелудочной железы, хвост поджелудочной железы (ориентирами были селезеночная артерия/вена, левая почка, селезенка, верхняя брыжеечная артерия, чревный ствол, аорта) (рис. 2).

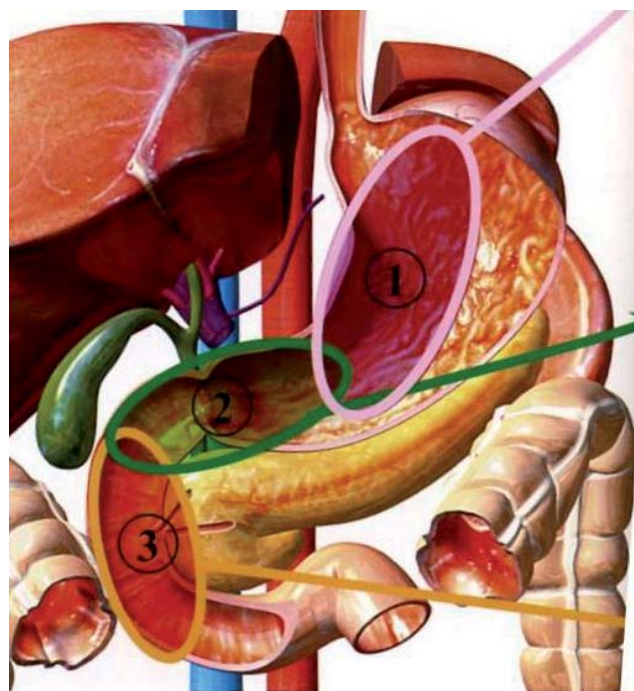


Рис. 2. Ориентиры и техника сканирования.
Примечание: 1 – дно и тело желудка; 2 – луковица двенадцатиперстной кишки, антральный отдел желудка; 3 – нисходящая часть двенадцатиперстной кишки.

Проведение эластографии поджелудочной железы при эндосонографии заключалось в выведении головки, тела и хвоста, с дополнительным проведением strain-эластографии с целью определения цветового паттерна в месте локализации очаговых образований, а также распространенности хронического процесса (хронический панкреатит, псевдотуморозный панкреатит), а также числовой разницы, выраженной в у.е.

Количество зон эластографического обследования составляло от 3-х до 5-ти точек с целью поиска ткани для сравнения – малый сальник или правая почка, или забрюшинная клетчатка (рис. 3). При очаговых образованиях поджелудочной железы рекомендуется выделение трех зон эластографического исследования: 1-ая зона – очаг, 2-ая – перифокальная зона, 3-я – внеперифокальная зона (зона неизменной паренхимы органа).

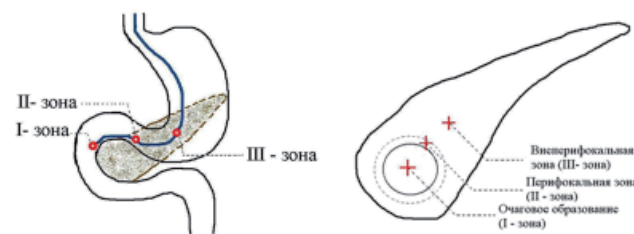


Рис. 3. Стандартный подход к эластографии поджелудочной железы при эндосонографии.

Результаты и их обсуждение

Проведен анализ исследований, дающий характеристику компрессионной эластографии печени и поджелудочной железы. По результатам исследования важное значение имело: наличие цветового паттерна в структуре паренхимы, его интенсивность, тип окрашивания

(синее, смешанное, другое), характер окрашивания (однородное, неоднородное), характер размеров (площади окрашивания) очагового образования (измененной паренхимы) в сравнении с размерами очагового образования (измененной паренхимы) в режиме серой шкалы, степень дифференцировки окрашивания с окружающими тканями. Оценка: полуколичественная – в баллах качественная – в у.е. (Морозова Т. Г. 2012 г.) (рис. 4, рис. 5, рис .6, рис. 7).

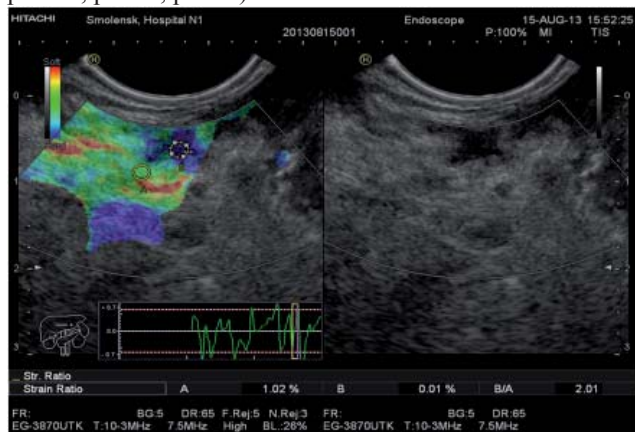


Рис. 4. Хронический панкреатит.

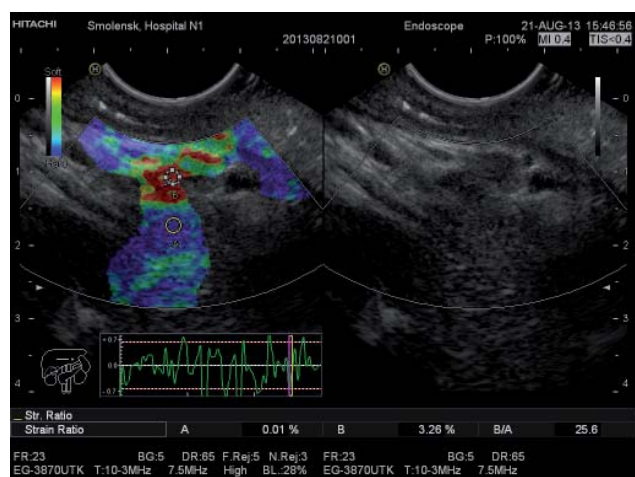


Рис. 5. Псевдотуморозный панкреатит.

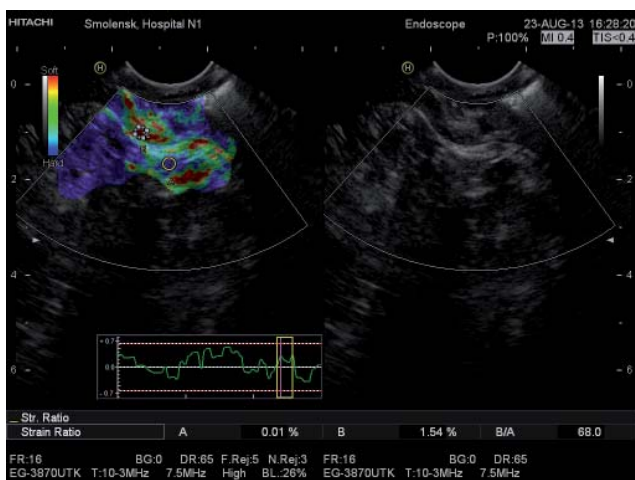


Рис.6. Рак поджелудочной железы.

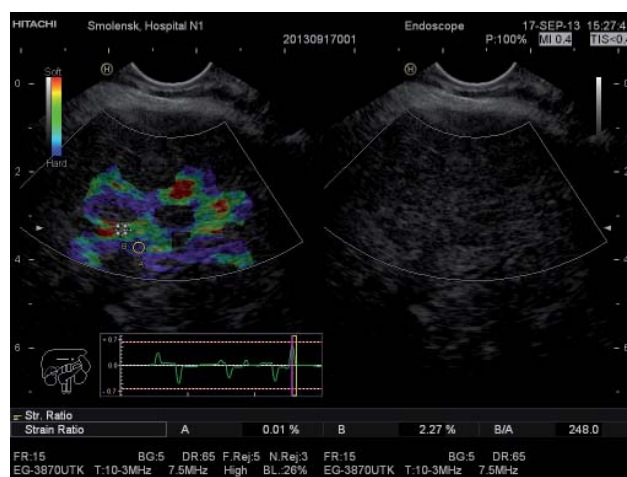


Рис.7. Узел-регенерат при макронодулярном циррозе печени.

При сравнении диагностической эффективности эндоскопической ультразвуковой томографии с эластографией и трансабдоминальным УЗИ было отмечено нарастание показателей чувствительности, специфичности и точности при проведении эндосонографии с эластографией (табл.1.).

Таблица 1.

Сравнительная диагностическая эффективность эндоскопической ультразвуковой томографии с эластографией и трансабдоминальным УЗИ

Показатели	Природа очага (что?)	+биопсия	Распространенность (как?)
Чувствительность	50,1-66,3%/95,0%	76,5-83,2%/99,0%	25,4-41,7%/98,3%
Специфичность	30,4-54,1%/89,0%	75,4-89,8%/97,6%	16,2-36,3%/92,7%
Точность	45,5-82,9%/92,3%	73,7-86,3%/96,8%	22,1-39,2%/94,6%

Примечание: трансабдоминальное УЗИ – числитель; эластография – знаменатель.

Нами предложен протокол описания стрейн-эластографии поджелудочной железы при эндосонографии, который позволит более четко диагностировать патологию и распространенность процесса (табл. 2).

Таблица 2.

Протокол описания стрейн-эластографии поджелудочной железы при эндосонографии

Поджелудочная железа	Головка	Тело	Хвост
Норма			
Х р о н и ч е с к и й панкреатит			
Псевдотуморозный панкреатит			
Рак			

Таким образом, можно утверждать, что необходимость проведения эндосонографии с эластографией заключается, во-первых, в ранней диагностике злокачественных процессов, что предупредит прогрессирование и дальнейшее развитие заболеваний поджелудочной железы и печени. Во-вторых, может использоваться для динамического наблюдения за пациентами, страдающи-

ми хроническим или псевдотуморозным панкреатитом.

В исследовании определены оптимальные пороговые значения показателей strain-эластографии, при которых диагностическая чувствительность, специфичность и точность метода максимальны. Анализ проведенного исследования выявил значительные диагностические возможности и обоснованность применения метода эндосонографии с эластографией. Полученные данные о диагностической точности метода позволяют использовать результаты в целях принятия решения о дальнейшем ведении пациента, а также тактике лечения.

Исходя из полученных данных следует отметить, что необходима стандартизация стрейн-эластографического протокола (балльная оценка или оценка в у.е.), необходима стандартизация позиционирования эндосонографического датчика и количество точек осмотра, выбор зоны контрольного объема: малый сальник? забрюшинная клетчатка? паренхима правой почки?

Выводы

1. Эндосонографическое исследование позволяет получить высококачественные изображения поджелудочной железы, печени и окружающих их структур, облегчает определение стадии местной распространенности опухолей поджелудочной железы и позволяет более точно проводить эластографию паренхимы органов.
2. Компрессионная эластография при эндосонографии позволяет визуализировать I, II, IV, VII сегменты печени, что недоступно при трансабдоминальной эластографии.
3. Strain-эластография позволяет диагностировать патологические фокусы в воротах печени (опухоль Клатцкина), а также лимфатические узлы в воротах печени и забрюшинном пространстве.
4. Принципиальным является выделение 3-х эластографических зон для измерений: 1 – зона очага, 2 – перифокальная зона, 3 – зона неизменной паренхимы органа.

Библиографический список

1. Белобородова Е.В., Белобородова Э.И., Акбаева О.Е. и др. Механизм прогрессирования фиброза в печени при хроническом течении заболеваний вирусной и токсической этиологии. // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2009. №5. С. 19-24.
2. Болезни печени и желчевыводящих путей: Руководство для врачей. Под ред. В.Т. Ивашкина. 2-е изд. М.: ООО «Издат. дом «М-Вести», 2005. 536 с.: ил.
3. Винницкая Е.В. Алкогольная болезнь печени. // Фарматека. 2007. №5. С. 53-58.
4. Верткин А.Л., Тихоновская Е.Ю., Скворцова А.А. и соавт. Особенности клинического течения и фармакотерапии алкогольной болезни печени, сердца и головного мозга у больных с соматической патологией. // Лечащий врач. 2009. №2. С. 64-69.
5. Дуданова О.П., Белафина И.А. Особенности спленопортального кровотока при неалкогольной жировой болезни печени. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2010. №5. С. 14-18.
6. Камалов Ю.Р., Сандриков В.С. Руководство по абдоминальной ультразвуковой диагностике при заболеваниях печени. М.: Миклош, 2008. 174 с. М., 2010. 288 с.
7. Коков Л.С., Черной Н.Р., Кулезнева Ю.В. Лучевая диагностика и малоинвазивное лечение механической желтухи. М.: Радиология-пресс, 2010, 288 с.
8. Котли Б.Н., Дзидзава И.И., Жестовская С.И. и соавт. Синдром портальной гипертензии (лекция). Часть I. Медицинская визуализация. 2010. №5. С. 21-36.
9. Кубышкин В.А., Кармазановский Г.Г., Гришанков С.А. Кистозные опухоли поджелудочной железы: диагностика и лечение. М., 2013. 328 с.
10. Лазебник Л.Б., Винницкая Е.В., Шапошников Н.А., Хомерики С.Г., Никаноров А.В., Терехин А.А., Воробьева Н.Н., Голованова Е.В. Диагностическая значимость ультразвуковой эластометрии в оценке фиброза при хронических диффузных заболеваниях печени. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2010. №5. С. 10-13.
11. Лемешко З.А. Лучевая диагностика в гастроэнтерологии // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2011. №1. С. 79 - 84.
12. Морозов С.В., Труфанова Ю.М., Павлова Т.В. и соавт. Применение эластографии для определения выраженности фиброза печени: результаты регистрационного исследования в России. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2008. №2. С. 40-47.
13. Павлов Ч.С., Глушенков Д.В., Коновалова О.Н., Ивашкин В.Т. Сфера клинического применения неинвазивных методов оценки фиброза печени: результаты собственных исследований в многопрофильном стационаре. Клиническая медицина, 2009. №11. С. 40-45.
14. Павлов Ч.С., Глушенков Д.В., Ивашкин В.Т. Современные возможности эластометрии, фибро- и акти-теста в диагностике фиброза печени. – Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии, 2008. № 4. С. 43-52.
15. Патология. Руководство. Под ред. М.А. Пальцева, М., 2002. 960 с.
16. Труфанова Ю.М., Топильская Н.В., Морозов С.В., Исаков В.А., Каганов Б.С. Возможности ультразвуковой эластографии печени и у лиц с избыточной массой тела // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2010. №5. С. 19-26.
17. Хазанов А.И., Плюснин С.В., Белякин С.А., Бобров А.Н., Павлов А.И. Алкогольная болезнь печени. М.: 2008. 318с.
18. Харнесс Дж. К., Вишер Д.Б. Ультразвуковая диагностика в хирургии. Основные сведения и клиническое применение. М.: 2012. 597 с.
19. Шерлок Ш., Дули Дж. Заболевания печени и желчных путей: Практич.рук.: Пер. с англ. Под ред. З.Г. Апросиной, Н.А. Мухина. М.: Гэотар Медицина, 1999. 864 с.
20. Шифф, Юджин Р. Болезни печени по Шиффу. Введение в гепатологию. М.: ГЭОТАР – Медиа, 2011. 704 с.
21. Afdhal N.H., Nunes D. Evaluation of liver fibrosis: a concise review. // Am. J. Gastroenterol. 2004. Vol. 99. Pp. 1160-1174.
22. Chen-Hua Liu, Shih-Jer Hsu, Jou-Wei Lin et al. Неинвазивная диагностика фиброза печени при хроническом гепатите С с помощью доплерографии по индексу пульсации селезеночной артерии. Клиническая гастроэнтерология и гепатология. Русское издание. №2. 2008., С. 101-109.
23. Sylvie Naveau, Bruno Raynard, Vlad Ratzu et al. Биомаркеры в диагностике фиброза печени у больных с хроническим алкогольным поражением печени // Клиническая гастроэнтерология и гепатология. Русское издание. 2008. С. 84-91.

References

1. Beloborodova E.V., Beloborodova E.I., Akbasheva O.E. and other. Mechanism of fibrosis progressive in the in patients with chronic diseases of virus and toxical etiology. // Medical guide of Northern Caucasus. 2009. №5. Pp. 19-24.
2. Liver and biliary tract diseases: a guide for doctors. V.T. Ivashkin - 2-nd Edition. -M.: OOOO "Publisher. House of M-Lead ", 2005. 536 p.
3. Vinnickai E.V. Alcoholic liver disease. // Farmateka. 2007. №5. Pp. 53-58.
4. Vertkin A.L., Tihonovskaya E.Y., Skvortsova A.A. et al. Clinical course and pharmacotherapy of alcoholic liver disease, heart and brain in patients with somatic pathology. // The doctor. 2009. №2. Pp. 64-69.
5. Dudanova O.P., Belavina I.A. Characteristic of the splenoportal blood flow with non-alcoholic liver disease. // Experimental and clinical gastroenterology. 2010. №5. Pp. 14-18.
6. Kamalov Y.R., Sandrikov V.S. Guide to abdominal ultrasound diagnostic in liver diseases. M.: Miklosh, 2008. 174 p.-m., 2010. 288 p.
7. Kokov L.S., Chernoi N.R., Kulezneva Y.V. Radiology diagnostic and miniinvasive treatment of obstructive jaundice. M.: Radiology-press, 2011, 288 p.
8. Kotiv, B.N., Dzidzava I.I., Zestovskai S. et al. Portal hypertension syndrome (lecture). Part I- Medical imaging 2010. №5. Pp. 21-36.
9. Kubyshkin V.A., Karmazanovskii G.G., Grishankov S.A. Cystic tumor of the pancreas: diagnosis and treatment. M., 2013. 328 p.
10. Lazebnik L.B., Vinnytskai E.V., Shaposhnikov N.A., et al. Diagnostic significance of ultrasound elastometrii in estimate of fibrosis in patients with chronic diffuse liver diseases.// Experimental and clinical gastroenterology, 2010. №5. Pp. 10-13.
11. Lemesenko Z.A. Radiology in Gastroenterology // Russian Journal of gastroenterology, hepatology, coloproctology. 2011. N 1. Pp. 79-84.
12. Morozov S.V., Trufanova U.M., Pavlova T.V. et al. Use of elastography to determine the severity of fibrosis of the liver: results of registration studies in Russia. Experimental and clinical gastroenterology, 2008. №2. Pp. 40-47.
13. Pavlov Ch.S., Glushenkov D.V., Kononova O.N., Ivashkin V.T. Scope of clinical application of non-invasive methods for assessing liver fibrosis: the results of their research in a multidisciplinary hospital. Clinical medicine, 2009. N 11. P p. 40-45.
14. Pavlov Ch.S., Glushenkov D.V., Ivashkin V.T. Update elastometry, Fibro-, and acti-test in the diagnosis of liver fibrosis. Russian journal of gastroenterology, hepatology, coloproctology, 2008. № 4. Pp. 43-52.
15. Pathology. Guide. Ed. M.A. Paltseva, M., 2002. 960 p.
16. Trufanova Y. M., Topilskaya N.V., Morozov S.V., Isakov V.A., Kaganov B.S. Ultrasonic features of liver and elastography in patients with overweight //Experimental and clinical gastroenterology, 2010. №5. Pp. 19-26.
17. Hazanov A.I., Plusnin S.V., Beliakin S.A., Bobrov A.N., Pavlov A.I. Alcoholic liver disease. M.: 2008. 318 p.
18. Harness J. K., Visher D.B. Ultrasound diagnostic in surgery. Basic information and clinical application. M.: 2012. 597 p.
19. Sherlock S., Dooley J. Diseases of the liver and biliary tract: Bathr. hands.: per. English ed. Z.g. Aprosinoj, N.a. Mukhina. -M: Geotar, 1999. 864 p.
20. Schiff, U. R. Liver disease by Schiff. Introduction to gepatologiû. M.: GEOTAR-media 2011. 704 p.
21. Afdhal N.H., Nunes D. Evaluation of liver fibrosis: a concise review. // Am. J. Gastroenterol. 2004. Vol. 99. Pp. 1160-1174.
22. Chen-Hua Liu, Shih-Jer Hsu, Jou-Wei Lin et al. Non-invasive diagnosis of liver fibrosis in chronic hepatitis C with dopplerography of splenic artery pulsatility index. Clinical gastroenterology and hepatology. Russian edition. № 2 2008. Pp. 101-109.
23. Sylvie Naveau, Bruno Raynard, Vlad Ratzu et al. Biomarkers in diagnosis of liver fibrosis in patients with chronic alcoholic liver disease //Clinical gastroenterology and hepatology. Russian edition. 2008. Pp.84-91.

УДК 616.89(470.319) (09)

UDC 616.89(470.319) (09)

М.А. НЕКРАСОВ

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой психиатрии и неврологии, Орловский государственный университет
E-mail: psychonevr@yandex.ru

M.A. NEKRASOV

Doctor of Medical Sciences, professor, head of the department of psychiatry and neurology, Orel State University
E-mail: psychonevr@yandex.ru

ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ (СОВЕТСКИЙ И СОВРЕМЕННЫЙ РОССИЙСКИЙ ПЕРИОДЫ)

THE MAIN HISTORY STAGES OF MENTAL SERVICE DEVELOPMENT IN OREL REGION (SOVIET AND PRESENT RUSSIAN PERIODS)

Рассматриваются основные этапы советского и современного российского периодов (1917-2012 гг.) развития психиатрической службы Орловской области. В советский период (1917-1991 гг.) наиболее интересны два временных отрезка: 1943-1957 гг. – этап восстановления областной психиатрической больницы после разрушительных последствий Великой Отечественной войны и 1953-1977 гг. – этап строительства новых лечебных корпусов и формирование амбулаторной психиатрической помощи. Российский период (с 1991 г.) характеризуется доминированием гуманистических принципов в отношении лиц, страдающих психическими расстройствами.

Ключевые слова: психиатрия, психиатрическая помощь, организация психиатрической помощи, Орловская область.

The main stages of Soviet and present Russian periods (1917-2012 years) of mental service development in Orel region are being presented in this article. Two time periods are more interesting in the Soviet time (1917-1991 years): the period of 1943-1957 years – the step of restoring of the regional psychiatry hospital after destructive consequences of the Great Patriotic war and 1953-1977 years – the period of new medical hospitals building and out-patients psychiatry service forming. The Russian period (from 1991 years) is characterized by humanistic principles prevail with respect to the people with mental diseases.

Keywords: psychiatry, mental service, mental service organization, Orel Region.

Советский период развития психиатрии в Орловской области начинается с тяжелых событий: произошедшая Октябрьская революция, продолжающаяся Первая мировая война и начавшаяся гражданская значительно ухудшили положение единственного психиатрического учреждения региона – психиатрической больницы в п. Кишкинка.

Свирепствовали голод, разруха, инфекционные болезни. Финансирование психиатрической больницы практически прекратилось. Из необходимых 112 млн. рублей на II квартал 1919 г. было выделено только 40,3 млн., причем по наиболее важной статье – «лекарственное обеспечение» – всего лишь 14,2 млн. рублей [1]. В апреле 1919 г. Орловский Губисполком принимает решение о сокращении персонала в городской богадельне [2], а в мае 1919 г. – о её переводе в пос. Кишкинка, оставив в городе только приемное отделение [3].

В 1919 г. Орловская психиатрическая больница стала именоваться «Губернская больница №2» (правда, вскоре её вновь переименовали в «Губернскую психиатрическую больницу №2»). В 1920 г. по распоряжению Губздравотдела на территории Губбольницы №2 открывается детская лечебно-воспитательная колония, рассчитанная на 35 коек [4], которая имела преимущественно лечебный, нежели чем воспитательный характер.

И.С. Герман¹ возглавлял Орловскую психиатриче-

¹ О деятельности И.С. Германа на посту старшего врача ОПБ см. М.А. Некрасов «Основные исторические этапы формирования психиатрической помощи в Орловской области» // Ученые записки Орловского государственного университета. 2012. №6 (50). С. 271-277.

скую больницу вплоть до своей кончины – 25 января 1928 г. [5]. После его смерти исполняющим обязанности старшего врача губернской психиатрической больницы был назначен ординатор С.С. Блохин [6].

В 30–40-е годы больницу возглавляло несколько главных врачей, среди них: Е.Д. Левикова, М.И. Христова, П.П. Овчаренко, Н.Э. Кляус и другие. Врачами-психиатрами, работавшими в те годы в Орловской психиатрической больнице, были: П.П. Шрейдер, М.К. Кокин, Э.Б. Кокина, А.Н. Жихарев, Ц.З. Каминская, А.Л. Дубович, М.А. Панкова и др. Ими вводились новые методики активной терапии психически больных, такие как лечение длительным сном, церебротоксином, сульфазинном, инсулино-коматозная терапия.

На должной высоте продолжала оставаться трудовая терапия. Значительный доход больнице приносили мастерские (швейная, картонажная, столярная, переплетная). Разнообразие в питании пациентов достигалось за счет сельскохозяйственной продукции, выращиваемой в подсобном хозяйстве больницы.

Крайне тяжелые дни пережила Орловская область с 3 октября 1941 г. по 5 августа 1943 г. – 1 год и 10 месяцев продолжалась её оккупация гитлеровскими захватчиками. В апреле 1942 г. больница была выведена из поселка Кишкинка на территорию Биофабрики, а затем и вовсе ликвидирована [7].

В августе 1943 г., сразу после освобождения г. Орла от немецко-фашистских оккупантов, началось восстановление мирной жизни на территории области. В первую очередь это коснулось медицинских учрежде-

ний. В соответствии с постановлением исполкома облсовета №818 от 20 августа 1943 г. «О восстановлении Орловской областной больницы» [8] было принято решение восстановить её деятельность на территории психиатрической больницы «Кишкинка» (все корпуса областной соматической больницы, находившейся в г. Орле, были разрушены). Руководителем вновь созданного объединенного медицинского учреждения был назначен А.А. Беляев, причем его психиатрическая часть была развернута на 150 коек [9]. В первую очередь были подготовлены для приема больных 2 отделения: мужское и женское, в которых работали врачи-психиатры Р.М. Цукрова, М.Ф. Никишина и А.Л. Дубович-Кабина.

30 октября 1943г. на основании приказа областного отдела здравоохранения №406 происходит разделение объединенной больницы, а исполнение обязанностей главного врача психиатрической больницы возлагается на Е.П. Рябцеву [10]. 13 октября 1944 г. главным врачом больницы назначается С.Н. Самуйло и устанавливается количество штатных коек: 350 психиатрических и 50 – в туберкулезном отделении [11].

В ноябре 1944 г. в г.Орле состоялся первый послевоенный областной съезд медицинских работников, в резолюции которого констатировалось, что уровень медицинской помощи населению значительно отстал от довоенного [42].

Постепенно продолжал пополняться штат медицинских работников психиатрической больницы, который к началу 1945 г. составил уже 182 человека (13 врачей, 29 медсестер, 134 санитарки) [12].

Неуклонно увеличивалось и число использованных больных. Так, если в 1943 г. этот показатель составлял 31 пациент, а в 1944 г. – 163, то в 1945 г. он вырос до 938 человек.

В конце 1945 г. вновь происходит смена главного врача областной психиатрической больницы. Приказом облздравотдела № 557 от 17.12.1945 г. главным врачом ПБ назначается А.Л. Дубович-Кабина, а заместителем главного врача по лечебной работе – Н.Э. Кляус, вернувшийся в больницу после окончания войны.

Под их руководством в больнице осуществляется очередная реорганизация. В соответствии с приказом областного отдела здравоохранения на базе 3-х лечебных корпусов создается областной госпиталь инвалидов отечественной войны, куда уходит работать часть врачебного персонала. Для того чтобы сохранить эффективность работы психиатрической больницы как лечебного учреждения, в ней осуществляется структурная перестройка: коечный фонд сокращается с 350 до 290 коек (ликвидировано туберкулезное отделение), в г. Орле на базе областной больницы им.МОПРа открывается психоприемник на 10 коек, преобразованный из психоизолятора. Структура больницы на начало 1947 г. имеет следующие подразделения: мужское приемно-диагностическое отделение, женское отделение для беспокойных хроников, мужское экспертное отделение, психоприемник [13].

Несмотря на все усилия медперсонала ОПБ, смерт-

ность пациентов остается на очень высоком уровне: в 1946 г. этот показатель составил – 10,3% (сопоставим с цифрами 50-летней давности, приводимыми в отчетах ОЗПБ в конце XIX-начале XX века).

30 мая 1948 г. составляется акт обследования больницы [14], в котором, как в зеркале, отражаются последствия прошедшей тяжелейшей войны и разрухи, преодолеть которые, к сожалению, пока не удалось. Основными пунктами этого акта были следующие:

1. все помещения больницы требуют капитального ремонта (во многих отделениях нет вторых рам, потолки обсыпались, полы не крашены. Нет стекол, вследствие чего окна наполовину замурованы кирпичом);
2. больница практически не освещена; даже помещения не всегда освещены керосиновыми коптилками (не лампами! – М.Н.);
3. канализация не работает ввиду отсутствия канализационных труб;
4. внутренняя и наружная водопроводная сеть требует капитального ремонта;
5. тяжелое положение складывается с кухонным инвентарем: нет титана, мясорубки, картофелерезки и даже самых обычных ложек;
6. у больных нет одежды (особенно зимней), тапочек (ходят босиком);
7. завезены кровати, которые не подходят для больных (нет сеток);
8. в отделениях большая скученность больных из-за тесноты помещений;
9. больничным автотранспорт (ГАЗ-АА) стоит из-за отсутствия топлива, а все необходимое для жизнедеятельности больницы завозится из Орла по грунтовой дороге (8 км);
10. из-за весенней распутицы, которая длится 1,5-2 месяца, психиатрическая больница не имеет возможности вовремя завозить овощи и топливо в полной ежедневной потребности.

В начале декабря 1947г. новым главным врачом больницы была назначена А.Л. Корфман, а А.Л. Дубович (Кабина) возглавила психоприемник в г. Орле.

Продолжается кропотливая работа по восстановлению нормальной послевоенной жизни и работы областной психиатрической больницы. Несмотря на огромные материальные и финансовые проблемы, проводится капитальный и текущий ремонт лечебных корпусов, подсобных помещений, квартир рабочих и служащих, расположенных на территории больницы. В 1948 г. было открыто еще одно отделение на 30 коек, что дало возможность в какой-то степени разгрузить другие лечебные корпуса. В 1949 г. больница была полностью электрифицирована, в 1950 г. телефонизирована, включая связь с г. Орлом. Значительно улучшилось питание больных [15].

На рубеже 50-х годов в психиатрической больнице было развернуто уже 6 отделений и психоприемник в г. Орле.

В 1951 г. приказом облздравотдела больница была переименована в Орловскую областную психоневрологическую больницу (ОПНБ).

Переломным годом, определившим движение психиатрической больницы от интенсивной работы по восстановлению разрушительных последствий прошедшей войны к утверждению её в статусе высокоэффективного лечебного учреждения областного уровня, явился 1952 год. Потребовалось семь долгих лет, наполненных тяжелым трудом, для достижения довоенного уровня структурного и функционального состояния больницы.

В августе 1952 г., в связи с ликвидацией госпиталя инвалидов отечественной войны, больнице были возвращены два лечебных корпуса. В течение этого же года был введен в строй еще один восстановленный лечебный корпус. Эти два обстоятельства позволили значительно увеличить эффективную площадь психиатрического стационара. К концу 1952 г. в больнице уже было развернуто 11 отделений на 700 коек [16].

Несмотря на значительные положительные сдвиги, которые наблюдались в оказании психиатрической помощи населению в послевоенные годы, областная психоневрологическая больница оставалась единственным учреждением в регионе, осуществляющим стационарную и амбулаторную помощь психически больным области [17].

В 1952 г. в психиатрическом стационаре было пролечено 1509 больных. Из числа поступивших пациентов первично было принято – 402 чел. (53,2%), повторно – 35 чел. (4,6%).

На начало 1954 г. в штате психиатрической больницы уже 16 врачей [18]. На должность заместителя главного врача, вместо Н.Э. Кляуса, был назначен Е.В. Кирпитнев; на работу были приняты врачи-психиатры: З.Н. Голубева, Т.А. Кист и К.С. Мирошник.

Не все задуманное удалось выполнить. В августе 1954 г. А.Л. Кофман за ряд упущений в финансово-хозяйственной работе больницы, особенно в деятельности лечебно-производственных мастерских, была освобождена от занимаемой должности главного врача.

Приказом областного отдела здравоохранения № 162 от 30.08.1954г. новым главным врачом Орловской областной психоневрологической больницы был назначен М.К. Кокин.

Новая и интересная работа началась в областной психиатрической больнице в 1955 г. Она была связана с реализацией приказа МЗ СССР № 140 от 23.02.1953 г. «Об улучшении внебольничной психоневрологической помощи» [19].

В одной из служебных записок заведующему Орловским облздравотделом К.А. Трофимову М.К. Кокин отмечает, что «за последние 8 лет (1947-1954 гг.) из городов и сел Орловской области в психоневрологическую больницу поступило 6636 больных, из них: из городов региона – 2128 человек, из сел – 4508» [20] (т.е. более, чем в 2 раза больше – М.Н.).

В связи с этим в целях организации помощи психически больным, проживающим в сельских районах области, в Орловской психоневрологической больнице был подготовлен план лечебно-консультативной и организационно-методической помощи врачам сель-

ских районов региона по выявлению, учету и лечению лиц, страдающих психическими расстройствами [21].

Таким образом, судя по основным положениям данного плана, ОПНБ должна была начать выполнять роль не только психиатрического стационара, в названии которой слово «областная» ассоциировалась лишь с тем, что она принимает на лечение психически больных из всех районов Орловской области, но и регионального координирующего центра, осуществляющего амбулаторное наблюдение и лечение за всеми душевнобольными области, в т.ч. и за проживающими в сельской местности (из-за отсутствия внебольничной психиатрической помощи).

Данное обстоятельство действительно явилось принципиально новым и очень важным шагом в организации системы оказания психиатрической помощи населению области, направленному на повышение её эффективности.

За всеми 29 районами Орловской области были закреплены наиболее опытные и квалифицированные врачи-психиатры психоневрологической больницы (по 2-3 района на врача).

В результате аккумуляции информации о выездах врачей-психиатров в районы области, в ОПНБ на каждый из них заводился «медицинский паспорт» или, говоря современным языком, создавался банк данных, хранящий сведения о всех психически больных района и о проведенных в районе лечебно-консультативных, экспертных и профилактических мероприятиях.

В результате выполнения плана мероприятий, намеченных на 1955 год, был организован учет и диспансеризация больных, страдающих психическими расстройствами, число которых в Орловской области составило 3405 человек [22].

С приходом на должность главного врача ОПНБ М.К. Кокина в больнице активизировалась работа патронажа психически больных [23], который широко использовался как стационарзаменяющая технология в современном понимании.

В 1954 г. на прибольничном и посемейном патронаже находился 91 больной, в 1955г. – 110, а в 1956г. – 145 пациентов [24].

Активизировалось и лечение больных трудом на базе подсобного сельского хозяйства и лечебно-производственных мастерских. За 9 месяцев 1955 года количество календарных дней работы больных достигло 25 тысяч [25]. Считавшееся многие годы убыточным, подсобное хозяйство в 1955г. принесло прибыль в размере 15 тысяч рублей [26].

На фоне явных положительных изменений, происходящих в работе ОПНБ по организации внебольничной психиатрической помощи населению области в 50-х годах XX века, критическим оставалось положение в психиатрическом стационаре.

Загруженность психиатрической койки в 1953-1960 гг. ежегодно увеличивалась, достигнув в 1960 г. показателя в 173,3%, хотя областная психоневрологическая больница, по нормативам имеющихся площадей, была рассчитана только на 335 коек, существующих

с момента основания больницы. Пациенты размещались в лечебных корпусах общей полезной площадью 2177 кв.метров, что в среднем на одного больного составляло 2,7 м² вместо положенных 6,5 м².

Таким образом, прирост психиатрических коек в ОПНБ в течение многих лет осуществлялся только лишь за счет размещения дополнительного их числа на существующих площадях. В результате чего в больнице создалось крайне сложное положение с размещением больных: в отделениях наблюдалась чрезвычайная скученность, вынуждающая помещать часть больных по двое на одну койку (в 1958г. таких больных было 272 человека) [27]. Во многих отделениях койки стояли вплотную друг к другу.

Кроме того, в 1958г. в больнице находились 583 психически больных с длительностью пребывания в ней больше года [28]. Причем, значительная часть этих пациентов не нуждалась в стационарном лечении, а пребывала в стационаре из-за отсутствия в области интернатов для психохроников. «Оседание» психически больных в ОПНБ составляло до 1956г. около 100 человек в год.

На 1 января 1959г. в ОПНБ насчитывался также 151 психически больной из других регионов (доминировали пациенты из сопредельных с Орловской Липецкой области – 75 больных и Брянской – 52 человека) [29].

В 1958-1959гг. работу областной психоневрологической больницы проверяло несколько комиссий республиканского уровня, приезд которых, по всей видимости, был инициирован главным врачом ОПНБ.

В Государственном архиве Орловской области хранится ряд актов комиссионного обследования ОПНБ:

1. акт обследования, проведенный экспертом Министерства госконтроля РСФСР [30];

2. акт обследования, осуществленный представителем Министерства здравоохранения РСФСР [31].

По результатам заключений комиссий о работе ОПНБ заведующий Орловским облздравотделом К.А. Трофимов и главный врач психоневрологической больницы М.К. Кокин составили объяснительные записки на имя Министра здравоохранения РСФСР С.В. Курашова [32], Министра госконтроля РСФСР А.Л. Дедова [33], а также в Орловский обком КПСС [34], в которых, подтвердив все негативные факты, изложенные в актах проверок, внесли предложения, направленные на улучшение состояния психоневрологической помощи в Орловской области. Для этого было необходимо.

1. Построить новый 3-х этажный лечебный корпус на 200 коек;

2. Построить интернат для лиц, страдающих хроническими формами психических заболеваний на 200 коек;

3. Создать областной психоневрологический диспансер со стационаром на 50 коек;

4. Расширить прибольничный и семейный патронаж психически больных до 200 мест.

В 1959 г. принимается план перспективного развития Орловской областной психоневрологической боль-

ницы [35]. Министерством здравоохранения РСФСР и Орловским облисполкомом утвержден план строительства больницы на сумму 17 миллионов рублей, разбитый на два этапа. К первому этапу относилось строительство лечебного корпуса на 200 коек, 14-квартирного жилого дома для медицинских работников, патологоанатомического корпуса, пищеблока, котельной с дымовой трубой, водонапорной башни, водопровода, протяженностью 1,5 км, канализации с 2-мя станциями перекачки до г. Орла (10 км) с выходом в очистные сооружения города и подъездной асфальтированной дороги от г. Орла до психбольницы (10 км). Стоимость первого этапа работ – 9411,0 тыс.рублей. На втором этапе предусматривалось строительство лечебного корпуса на 100 коек, прачечной, детских яслей и монтаж центрального отопления в существующих зданиях. Стоимость работ – 7439,1 тыс. рублей.

В 1959 г. на работу было принято 6 молодых врачей: В.А. Карушкин и Н.В. Карушкина, окончившие Курский медицинский институт в 1959 г.; В.Б. Кочкин и А.Л. Кочкина, получившие образование в Ленинградских медицинских вузах (год окончания – 1958 г.), а также Р.С. Кельберг (Одесский мединститут – 1954 г.) и Л.П. Талис (Смоленский мединститут – 1956 г.). В 1961 г. в больницу прибыла большая группа молодых врачей, выпускников Смоленского мединститута: В.Ф. Кочанов, О.Э. Мартынова, В.М. Фомичева, А.Е. Казулина, А.М. Чикина, А.П. Жуков; в 1962 г. – выпускники Смоленского и Курского мединститутов: Е.А. Анцупова, Т.А. Калабухова, Н.В. Хромова, Г.И. Глезерман.

В 1959 г. в г.Орле была организована участковая психиатрическая служба, состоящая из 4-х врачей-психиатров (А.Л. Дубович, А.С. Юзвик, З.И. Белоусов и Е.А. Кокина) и 2-х медсестер, которыми уже в этом же году было проведено 238 врачебных и 1492 медсестринских посещений психически больных на дому [36].

В 1960 г. Орловским обкомом КПСС и облисполкомом было дано предварительное согласие на передачу здания бывшей Орловской пересыльной тюрьмы для организации Орловского областного психоневрологического диспансера (на его реконструкцию было выделено 700 000 рублей) [37].

В 1962г. приказом главного врача областной психоневрологической больницы психодиспансерное отделение ОПНБ было реорганизовано в психодиспансер больницы, разместившийся по адресу: г. Орел, ул. Горького, 38 (здание бывшей пересыльной тюрьмы).

В сентябре 1963 г. был открыт новый главный лечебный корпус больницы, что значительно улучшило санитарно-гигиенические условия размещения психически больных: полезная площадь больницы составила 4248 кв.м., т.е. 3,3кв.м на одного больного.

С вводом в строй нового лечебного корпуса коечный фонд в ОПНБ достиг 910 коек.

В 1965 г. вступили в строй новый пищеблок, патологоанатомический корпус, 32-квартирный дом для сотрудников. В том же году численность врачей-психиатров

– физических лиц в ОПНБ достигла 44 человек.

В 1967 г. распоряжением Областного совета № 784-р (29.12.1967) облздравотделу было разрешено развернуть отделение психиатрической больницы на 75 коек в здании бывшего детского дома в селе Маяки Хотынецкого района [38]. В штатном расписании больницы ему был присвоен 16 номер. Просуществовало это отделение около 10 лет – до 1976 г., когда было отремонтировано переданное больнице здание бывшей школы в деревне Киреевка Лошаковского района. Именно туда и были переведены больные 16-го отделения из с.Маяки. Первым заведующим отделением был А.П. Соколов.

Психодиспансерное отделение ОПНБ, расположенное в г. Орле, постепенно начинает занимать доминирующие позиции в оказании амбулаторной психиатрической помощи населению области. Оно обслуживает всю территорию региона, за исключением Мценского, Ливенского и Кромского районов, где уже имелись психоневрологические кабинеты, функционально подчиненные психоневрологической больнице. В диспансерном отделении работали: врачи-психиатры, наркологи, детский психоневролог, а с 1 ноября 1967 г. и врач-психотерапевт, активно занимавшийся суггестивной и рациональной психотерапией.

Таким образом, в середине 60-х годов XX столетия в Орловской области стала формироваться сеть психоневрологических кабинетов в районах, а также укрепляться кадровый состав диспансерного отделения больницы, которое принимало различных больных психиатрического и наркологического профиля, оказывая им широкий спектр амбулаторной помощи.

В ноябре 1967 г. больнице было возвращено её прежнее наименование – Орловская областная психиатрическая больница.

В 1967 г. коечный фонд больницы составлял 1260 коек, в 1970 г. – 1325 [39]. В 1971 г. в строй вступил новый лечебный корпус, в котором было открыто смешанное приемно-диагностическое отделение № 17 на 50 коек (зав. отделением О.Э. Кочанова). Данный лечебный корпус был последним, построенным в Орловской областной психиатрической больнице в XX веке. В этом же году коечный фонд больницы составил уже – 1375 коек [40].

28 августа 1974г. скоропостижно скончался главный врач психиатрической больницы М.К. Кокин, и исполнение обязанностей главного врача было возложено на Р.А. Сировскую. В 1970-80-е годы главными врачами ООПБ были: П.А. Яковлев, С.А. Новиков, Е.Я. Ткачев, В.А. Пронин.

В 1977 г. в ООПБ вышел приказ № 41 (от 09 марта 1977г.), в соответствии с которым диспансерное отделение Орловской областной психиатрической больницы было преобразовано в самостоятельное медицинское учреждение – Орловский областной психоневрологический диспансер (ООПНД). Первым главным врачом ООПНД был назначен Е.Я. Ткачев.

В 1992 г., после смерти В.А. Пронина, главным врачом психиатрической больницы был назначен Н.В.

Путилин, который занимает эту должность по настоящее время. Заместителями главного врача были назначены В.Ф. Кочанов и Н.А. Саранина.

Наступили трудные, кризисные 90-ые годы XX столетия. Экономические проблемы отразились и на работе областной психиатрической больницы. Сложилось крайне напряженное положение с финансированием крупнейшего в области лечебного учреждения. Выделяемых средств практически не хватало на самое необходимое: медикаменты, питание для больных, заработную плату персонала.

1 января 1993г. вступил в силу Закон РФ «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при её оказании». Введение нового Закона значительно увеличило объем работы врачей-психиатров больницы. Законодательно регламентировалось понятие «недобровольная госпитализация», т.е. госпитализация пациента в психиатрический стационар без его согласия, которое санкционируется только судебной ветвью власти.

В 1995 г. было торжественно отмечено 100-летие Орловской областной психиатрической больницы. Тепло поздравил с юбилеем сотрудников на торжественном заседании Председатель Совета Федерации, Глава администрации Орловской области Е. С. Строев.

В целях рационального использования коечного фонда администрация больницы на протяжении ряда лет проводит политику планомерного снижения его численности. Так, если в 1997 г. в ООПБ было развернуто – 1435 коек, в 1998 г. – 1255, в 2000 г. – 1160, то в период с 2002-2012 гг. – 1020.

В конце 90-х годов новые терапевтические подходы в психиатрии потребовали интенсификации лечебного процесса. Встал вопрос о ведении больных специалистами полипрофессиональных бригад. Вновь остро стала ощущаться нехватка кадров. Штат больницы начал постепенно пополняться медицинскими психологами, специалистами по социальной работе с высшим профессиональным образованием.

В 2004 г. Орловская областная психиатрическая больница стала клинической базой кафедры психиатрии медицинского института Орловского государственного университета. С 2006 г. начата подготовка выпускников МИ ОГУ в клинической интернатуре по специальности 040115 «Психиатрия». За эти годы обучение в интернатуре прошли более 50 выпускников МИ ОГУ, что позволило практически удвоить количество врачей-психиатров в Орловской области.

Активизировалась научно-исследовательская работа врачей-психиатров Орловской области. В 2004-2012 гг. было опубликовано девять сборников трудов под общим серийным названием «Орловские психиатрические чтения им. П.И. Якобия» (выпуски I-IX).

Таким образом, в современной истории психиатрической службы Орловской области можно выделить два периода.

Первый период – советский (1917-1991 гг.). В этот промежуток времени наиболее интересны два временных отрезка: 1943-1952 гг. – этап восстановления разрушенной во время оккупации г. Орла немецко-

фашистскими войсками областной психиатрической больницы; 1953-1977 гг. – этап, пожалуй, наиболее важных перемен в орловской психиатрии за весь советский период её существования. В эти годы происходят наиболее существенные изменения в стационарном звене психиатрической службы, соизмеримые по своим масштабам, пожалуй, только со строительством в дореволюционные годы земской психиатрической больницы: вводятся в строй два новых современных лечебных корпуса (на 200 и 150 коек). Параллельно создается внебольничная психиатрическая служба с областным психоневрологическим диспансером и несколькими психиатрическими кабинетами в районах области. Начинается работа по децентрализации стационарной психиатрической помощи (открывается психиатрическое отделение в Хотынецком районе области и интернат для лиц, страдающих хроническими формами психических заболеваний).

Второй период – современный российский (начался с 1991 г.). По своему историческому значению современ-

ный период развития отечественной психиатрии можно сравнить с её земским этапом. Вновь начинают доминировать гуманистические принципы в отношении душевнобольных, как в среде профессионалов в области психического здоровья, так и в умонастроениях представителей государственной (законодательной и исполнительной) власти. Вступает в силу Федеральный Закон РФ (1993 г.) «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при её оказании». Принимается несколько федеральных программ, направленных на совершенствование и реорганизацию оказания психиатрической помощи населению страны; активно развивается не только клиническая, но и социальная психиатрия. Достойное место среди терапевтических подходов начинают занимать методы психосоциальной реабилитации, пронизанные общественно-ориентированными настроениями, всецело направленными на повышение качества жизни душевнобольных и их ближайшего социального окружения.

Библиографический список (References)

1. Orel oblast State Archive (GAOO), fund 467, opis 1, vol. 62, Pp. 154-154 on the sheet.
2. GAOO, fund 467, opis 1, vol. 5. Pp. 113.
3. GAOO, fund 467, opis 1, vol. 58. Pp. 34-34 on the sheet.
4. GAOO, fund 467, opis 1, vol. 400. Pp. 29, 30.
5. GAOO, fund 467, opis 1, vol. 14a. Pp. 57.
6. GAOO, fund 142, opis 2, vol. 3. Pp. 9.
7. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 2. Pp. 7-9.
8. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 1. Pp. 49.
9. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 2. Pp. 1.
10. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 2. Pp. 25.
11. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 1. Pp. 5.
12. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 7. Pp. 6.
13. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 8. Pp. 150-150 on the sheet.
14. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 6. Pp. 2.
15. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 14. Pp. 137.
16. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 30. Pp. 6-6 on the sheet.
17. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 30. Pp. 4.
18. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 34. Pp. 64.
19. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 71. Pp. 17.
20. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 45. Pp. 48.
21. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 45. Pp. 1-2.
22. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 48. Pp. 6.
23. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 45. Pp. 23.
24. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 50. Pp. 72.
25. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 45. Pp. 37.
26. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 45. Pp. 38.
27. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 50. Pp. 80.
28. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 50. Pp. 81.
29. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 77. Pp. 7.
30. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 50. Pp. 80-89.
31. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 71. Pp. 1-17.
32. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 50. Pp. 30.
33. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 50. Pp. 37-39.
34. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 50. Pp. 72-75.
35. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 98. Pp. 5-7.
36. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 80. Pp. 22.
37. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 92. Pp. 135.
38. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 150. Pp. 110.
39. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 181. Pp. 6.
40. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 195. Pp. 6.
41. GAOO, fund 3393, opis 1, vol. 209. Pp. 22.
42. Yakovlev P.A., Mamoshia V.M., Sorokina L.A. Path length in 220 years. The history pages of the Orel regional hospital. Orel: Veshnie Vody, 2002. 232p.

УДК 615.322:582.751.2:615.07

UDC 615.322:582.751.2:615.07

Т. А. ПОЗДНЯКОВА

старший преподаватель, кафедра фармакологии, клинической фармакологии и фармации, Орловский государственный университет
E-mail: pozdniakova95@mail.ru

Р. А. БУБЕНЧИКОВ

доктор фармацевтических наук, кафедра фармакогнозии и ботаники, Курский государственный медицинский университет
E-mail: fg.ksmu@mail.ru

T. A. POZDNYAKOVA

Senior Lecturer, Chair of Pharmacology, Clinical Pharmacology and Pharmacy, Orel State University
E-mail: pozdniakova95@mail.ru

R.A. BUBENCHIKOV

Doctor of Pharmacy, Chair of Pharmacognosy and Botany, Kursk State Medical University
E-mail: fg.ksmu@mail.ru

**ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ
В ТРАВЕ ГЕРАНИ СИБИРСКОЙ (GERANIUM SIBIRICUM L.)**

**VALIDATION OF THE METHOD OF QUANTITATIVE DETERMINATION
OF THE SUM OF FLAVONOIDS IN THE HERB GERANIUM SIBIRICUM L**

При использовании современных требований к стандартизации лекарственного растительного сырья, содержащего флавоноиды, разработана спектрофотометрическая методика определения количественного содержания суммы флавоноидов в траве герани сибирской в пересчете на цинарозид. Данная методика валидирована по показателям линейности, диапазону использования, повторяемости, воспроизводимости и правильности.

Ключевые слова: герань сибирская, стандартизация, метод спектрофотометрии, валидация метода.

When using the modern requirements for standardization of medicinal plants containing flavonoids, spectrophotometric method for quantifying total flavonoid content in the herb Geranium sibiricum L. based on tsinarozid was developed. This method was validated in terms of linearity, range of use, repeatability, reproducibility and accuracy.

Keywords: Geranium sibiricum L., standardization, spectrophotometry method, method validation.

Литературные данные и наши исследования свидетельствуют о наличии в герани сибирской ряда фенольных соединений, в том числе флавоноидов [4,6]. В литературе имеются данные об использовании в качестве стандартного вещества для расчета содержания суммы флавоноидов в траве некоторых видов герани рутина. Однако при изучении флавоноидных соединений травы герани сибирской нами установлено преимущественное содержание лютеолина и его гликозида цинарозида. В связи с чем предпринята попытка проведения стандартизации сырья герани сибирской по содержанию флавоноидов в пересчете на цинарозид.

Целью работы являлось проведение валидации методики количественного определения суммы флавоноидов в траве герани сибирской.

Материалы и методы

Объектом исследования явилась трава герани сибирской, заготовленная в 2012-2013 гг. в Орловской и Курской областях.

На первом этапе нами были проведены исследования по разработке методики количественного определения суммы флавоноидов.

При разработке методики нами использован спектрофотометрический метод, основанный на реакции комплексообразования с алюминия хлоридом, при котором происходит bathochromный сдвиг полосы поглощения флавоноидов с 330-350 нм до 390-410 нм. При выборе стандарта, на который будет производиться расчет содержания суммы флавоноидов, измерены спектры поглощения полученного по методике окра-

шенного комплекса стандартного образца лютеолин-7-глюкозида и исследуемого спирто-водного извлечения из травы герани сибирской, также полученного в условиях метода. Эти спектры совпадали и имели четко выраженный максимум при длине волны 395 нм. Расчет содержания суммы флавоноидов вели по удельному показателю комплекса цинарозида с алюминия хлоридом, который равен 345. Применение в качестве контроля исследуемого извлечения без алюминия хлорида позволило исключить стадию очистки извлечений от сопутствующих веществ. Для получения более воспроизводимых результатов реакцию комплексообразования вели в кислой среде.

В ходе исследования были подобраны оптимальные условия экстракции: степень измельчения сырья – 1 мм, экстрагент 40% спирт этиловый, соотношение сырья – экстрагент 1:100, нагревание в течение 45 минут.

На основании проведенных исследований предложена методика количественного определения суммы флавоноидов с использованием в качестве стандартного образца цинарозида.

**Методика количественного
определения флавоноидов**

Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 1 мм. Около 1,0 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу со шлифом вместимостью 250 мл, прибавляют 100 мл 40% спирта этилового и взвешивают с погрешностью $\pm 0,01$ г. Колбу присоеди-

няют к обратному водяному холодильнику, нагревают на кипящей водяной бане в течение 45 минут, периодически встряхивая для смыывания частиц сырья со стенок. Колбу с содержимым искусственно охлаждают до комнатной температуры, взвешивают и при необходимости доводят до первоначальной массы 40% спиртом этиловым. Извлечение фильтруют через бумажный фильтр, смоченный тем же спиртом, отбрасывая первые 10 мл фильтрата.

1,5 мл извлечения помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 2 мл 1% раствора алюминия хлорида в 96% спирте этиловом и через 10 мин 1 мл 3% раствора кислоты уксусной. Объем раствора доводят тем же спиртом до метки и оставляют на 15 минут.

Оптическую плотность полученного раствора измеряют на спектрофотометре при длине волны 395 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

В качестве раствора сравнения используют раствор, состоящий из 1,5 мл извлечения, 1 мл 3% раствора кислоты уксусной и доведенный 40% спиртом этиловым до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл.

Содержание суммы флавоноидов в процентах (X) в пересчете на цинарозид и абсолютно сухое сырье вычисляется по формуле:

$$x = \frac{D \times 100 \times 100 \times 100}{345 \times V \times m \times 4 \times 100 \times (100 - W)}, \text{ где:}$$

D – оптическая плотность испытуемого извлечения с алюминия хлоридом при длине волны 395 нм;

345 – удельный показатель поглощения цинарозида с алюминия хлоридом в 96% спирте этиловом;

m – масса навески сырья в граммах;

V – количество извлечения в мл;

W – потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

Результаты и их обсуждение

Разработка методики количественного определения предусматривает целый комплекс валидационных исследований. Изучены следующие валидационные характеристики: линейность, диапазон использования, повторяемость, воспроизводимость и правильность [1,2,3,5].

Для проверки линейности методики были приготовлены 6 концентраций комплексов цинарозида с алюминия хлоридом. Вначале был приготовлен исходный раствор СО цинарозида (ТУ 2638-014-80884467-10) с концентрацией 0,05%. Затем из него готовили разбавленные растворы, для этого в мерные колбы вместимостью 25 мл помещали по 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5 мл полученного раствора цинарозида, прибавляли по 2 мл раствора алюминия хлорида в 70% спирте этиловом, перемешивали, доводили объем тем же растворителем до метки и снова перемешивали. Через 30 минут измеряли оптическую плотность раствора на СФ-2000 при длине волны 395 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм в сравнении с контрольным опытом и строили график зависимости от концентрации цинарозида в растворе (рис. 1).

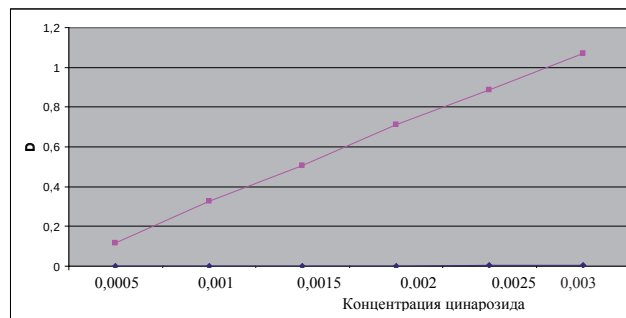


Рис. 1. Зависимость оптической плотности раствора с алюминия хлоридом от концентрации цинарозида.

Как видно из рис. 1, зависимость оптической плотности (y) от концентрации цинарозида (x) выражается уравнением $y = vx + a$, где при $a = -0,05971$, $v = 378,7029$, коэффициент корреляции $R = 0,99948$, т. е. методика имеет линейный характер в диапазоне изученных концентраций.

Таблица 1.

Результаты статистической обработки данных, полученных при изучении линейной зависимости вида $y = bx + a$

F	x	y	b	a	R
4	0,00175	0,603017	378,7029	-0,05971	0,999614

Для проверки диапазона использования методики получали извлечения различной концентрации, для чего готовили извлечения из навесок массой 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 (точные навески) и в полученных извлечениях по разработанной методике проводили определение суммы флавоноидов (рис. 2).

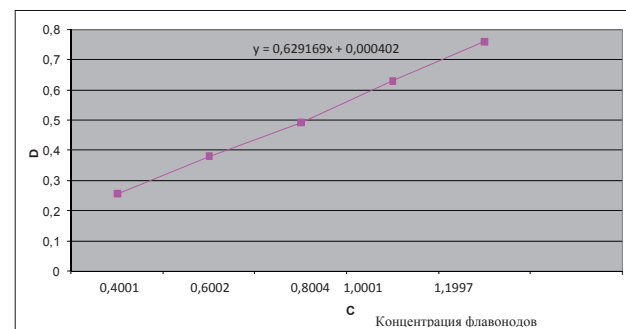


Рис. 2. Зависимость оптической плотности исследуемых извлечений с алюминия хлоридом от массы навески сырья.

Таблица 2.

Результаты статистической обработки данных, полученных при изучении линейной зависимости вида $y = bx + a$

F	x	y	b	a	R
3	0,8001	0,5038	0,629169	0,000402	0,999377

На основании полученных данных установлено, что в пределах измеряемых концентраций зависимость оптической плотности от концентрации носит линейный характер. Полученное значение A (0,000402) говорит о статистически незначимом влиянии остальных биологически активных веществ на количественное определение суммы флавоноидов, что свидетельствует о достаточной специфичности методики.

Повторяемость методики определяли на одном об-

разце сырья в 6 повторностях (табл. 3). Критерий приемлемости выражался величиной относительного стандартного отклонения, которое не должно превышать 10%. Он составил 9,88%, что свидетельствует о прецизионности методики в условиях повторяемости.

Таблица 3.

Определение повторяемости разработанной методики

№ п/п	Содержание суммы флавоноидов, %	Метрологические характеристики
1	2	3
1	3,27	$X_{cp} = 3,0900$
2	3,07	$S_{x2} = 0,01412$
3	3,15	$S_{xcp} = 0,11883$
4	2,95	$\Delta x = 0,30539$
5	3,14	$E_{отн} = 9,88$
6	2,98	$x_{cp} \pm \Delta x_{cp} = 3,09 \pm 0,31$

Определение воспроизводимости методики выполняли 2 исследователя. Изучение проводили на 3 образцах в 3-х повторностях (табл. 4).

Критерий приемлемости выражается величиной относительного стандартного отклонения, которое не должно превышать 15%. Он составил 12,79%, что указывает на прецизионность методики в условиях воспроизводимости.

Правильность методики проверяли методом добавок цинарозида к аликвоте исследуемого извлечения из

травы герани сибирской. Затем получали окрашенные растворы по методике и измеряли их оптическую плотность при длине волны 395 нм. Критерий приемлемости – средний процент восстановления при использовании растворов заданных концентраций, скорректированный на 100%, и его средняя величина должна находиться в пределах $100 \pm 5\%$. В разработанной методике процент восстановления находился в пределах от 98,41% до 101,96% (табл. 5).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что разработанная методика легко воспроизводима, доступна, занимает минимум рабочего времени, не требует дорогостоящих реактивов. Анализ пяти образцов травы герани сибирской показал, что содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид колеблется от 2,69% до 3,50%, что позволило предложить норму содержания действующих веществ не менее 2,5%.

Выводы

1. Разработана методика спектрофотометрического определения суммы флавоноидов в траве герани сибирской в пересчете на цинарозид.
2. Разработанная методика валидирована по параметрам линейности, диапазону использования, повторяемости, воспроизводимости и правильности.

Таблица 4.

Определение воспроизводимости методики

Повторность	Аналитик	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид в траве герани сибирской		
		Образец №1	Образец №2	Образец №3
1	2	3	4	5
1	1	3,49	2,79	2,66
2	1	3,5	2,83	2,78
3	1	3,5	3,05	2,68
4	2	3,24	2,95	2,67
5	2	3,35	2,88	2,66
6	2	3,34	3,18	2,68
Среднее значение		3,40	2,95	2,69
Относительное стандартное отклонение, (RSD%)		8,27	12,79	4,38

Таблица 5.

Определение правильности методики (результаты опытов с добавками)

№ п/п	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид, мг	Добавлено ГСО цинарозида	Ожидаемое содержание, мг	Полученное содержание, мг	Ошибка, %
1	2	3	4	5	6
1	0,443	0,125	0,568	0,575	101,23
2	0,443	0,125	0,568	0,565	99,47
3	0,443	0,125	0,568	0,579	101,94
4	0,443	0,250	0,693	0,682	98,41
5	0,443	0,250	0,693	0,701	101,15
6	0,443	0,250	0,693	0,687	99,13
7	0,443	0,375	0,818	0,828	101,22
8	0,443	0,375	0,818	0,834	101,96
9	0,443	0,375	0,818	0,826	100,98
Среднее значение выхода 100,61					

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Часть 3 / Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений. М.: Госстандарт. 28 с.
2. Государственная фармакопея СССР 11-е изд., доп. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. М.: Медицина, 1989. 400 с.
3. *Мешковский А. П.* Валидация аналитических методов /Сборник «Современные требования к организации и деятельности контрольно-аналитических лабораторий отделов контроля качества фармацевтических предприятий». М., 2002. С. 26-30.
4. *Никитина В.С., Шендель Г.В.* Содержание фенольных соединений и аминокислот в надземной части *Geranium pratense* и *Geranium sibiricum* (Geraniaceae) // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44, Вып. 2. С. 74-81.
5. Основные принципы проведения валидации на фармацевтическом производстве. Под ред. проф. Береговых В.В. М.: «Издательский дом «Русский врач». 2005. С. 73-97.
6. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.3. Семейства Fabaceae – Apiaceae. Отв. ред. А. Л. Буданцев. СПб. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. С.113-120.

References

1. GOST R ISO 5725-3-2002 «Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results .» Part 3 / Intermediate measures of the precision of the standard measurement method . М.: State Standard. 28 p.
 2. USSR State Pharmacopoeia 11th ed., ext. – Issue. 2. Common methods of analysis. Herbal drugs / MZ USSR. М.: Medical, 1989. 400 p.
 3. *Meshkovskii A.P.* Validation of analytical methods / Collection «Modern requirements for the organization and operation of control and analytical laboratories, quality control departments of pharmaceutical companies». М., 2002 . Pp. 26-30.
 4. *Nikitina V.S., Schendel G.V.* Contents of phenolic compounds and amino acids in the aerial part of *Geranium pratense* and *Geranium sibiricum* (Geraniaceae) // Plant Resources . 2008. V. 44, Issue. 2. 74-81 p.
 5. Basic principles of validation for pharmaceutical manufacturing // Ed. prof. Beregovich V. V. М.: «Publishing House» Russian doctor». 2005. Pp. 73-97.
 6. Plant Resources of Russia : Wild flowering plants, their component structure and biological activity . V. 3 . Family Fabaceae - Apiaceae / Ed. A.L. Budantsev. SPb., М.: KMK. 2010. Pp. 113 -120.
-

УДК 616.341- 089:615.217

UDC 616.341- 089:615.217

И.Л. ПРИВАЛОВА

доктор биологических наук, профессор, кафедра нормальной физиологии, Курский государственный медицинский университет

E-mail: ir_priv@mail.ru

А.П. СИМОНЕНКОВ

доктор медицинских наук, профессор, зам. генерального директора ООО «ЛОР+», Москва

E-mail: serotoninin-aps@mail.ru

А.Б. ГОРПИНИЧ

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общей хирургии и анестезиологии, Орловский государственный университет

E-mail: doc.goralex@mail.ru

С.В. МАНГИЛЕВ

ассистент, кафедра общей хирургии и анестезиологии, Орловский государственный университет

E-mail: mangilev777@mail.ru

I.L. PRIVALOVA

Doctor of the biological sciences, professor, Department of normal physiology of KSMU, Kursk State Medical university

E-mail: ir_priv@mail.ru

A.P. SIMONENKOV

Doctor of medical sciences, professor, deputy of the general director OLL «LOR+», Moscow

E-mail: serotoninin-aps@mail.ru

A.B. GORPINICH

Doctor of medical sciences, professor, head of the chair of the general surgery and anesthesiology, Orel state university

E-mail: doc.goralex@mail.ru

S.V. MANGILEV

Assistant, chair of the general surgery and anesthesiology, Orel state university

E-mail: mangilev777@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ СЕРОТОНИНА АДИПИНАТА НА ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ
УЧАСТКОВ ТОНКОЙ КИШКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОСТРОЙ КИШЕЧНОЙ НЕПРОХОДИМОСТИ
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**SEROTONIN ADIPINATE EFFECT ON THE ALTERNATION OF FUNCTIONAL INTERRELATIONS
IN PARTS OF SMALL INTESTINE IN EXPERIMENTAL SIMULATION OF ACUTE INTESTINAL OBSTRUCTION**

Проведенное исследование позволило установить изменения функциональных взаимоотношений между приводящей, отводящей и странгулированной петлями тонкой кишки после экспериментального моделирования острой кишечной непроходимости и ее устранения. Количественной характеристикой этих изменений явились показатели коррелированности по частотным и амплитудным характеристикам электрической активности. Введение серотонина адипината предупреждало развитие выявленных нарушений функциональных взаимоотношений исследуемых участков тонкой кишки.

Ключевые слова: острая кишечная непроходимость, функциональные взаимоотношения, серотонина адипинат.

The research allowed to establish the changes in functional interrelations among efferent, adductor and strangulated small intestine loops after experimental simulation of acute intestinal obstruction and its release. Quantitative characteristics of these alterations were expressed by correlation in frequency and amplitude characteristics of the electrical activity. Serotonin adipinate administration prevented the development of the revealed malfunction in the interrelation of the said parts in small intestine.

Keywords: acute intestinal obstruction, functional interaction, serotonin adipinate.

Проблема острой кишечной непроходимости (ОКН) – одна из самых сложных в экстренной хирургии. Актуальность ее не теряется несмотря на улучшение диагностической и лечебно-профилактической помощи. Частота ОКН в ургентной хирургии составляет 5-9,4% [8,9], а летальность при ней достигает 15-25% [7,4,8].

Наиболее тяжелой формой непроходимости является странгуляционная, при которой одновременно с кишкой сдавливается её брыжейка с проходящими в ней сосудами. Такой механизм развития непроходимости сопровождается ишемией, гипоксией и парезом кишечника. Известно, что с целью коррекции ишемии кишки и нарушений моторной ее функции, после устранения оперативным путём причины непроходимости, используются способы и лекарственные препараты, улучшающие микроциркуляторные и биоэнергетические процессы в кишечной стенке, а также комплексная корригирующая терапия, направленная на борьбу с гемодинамическими, микроциркуляторными и моторными

расстройствами [2,6].

В настоящее время известно о способности серотонина адипината улучшать микроциркуляцию, повышать скорость кровотока, насыщение тканей кислородом, корригировать нарушенную функцию гладкой мускулатуры (ГМ) и тканевую гипоксию [1,11,12,14]. В то же время невыясненной остается роль серотонинреактивных структур приводящей, отводящей и странгулированной петель тонкой кишки при ОКН в изменении их функциональных взаимоотношений и скоординированности деятельности. Коррекция этих нарушений, по видимому, будет способствовать улучшению моторной активности тонкой кишки.

Постановлением №258 от 28.12.2005г. Президиум Российской академии медицинских наук отметил, что изучение роли серотонина в организме является приоритетным и имеет большую научно-практическую значимость. Поэтому изучение нарушений функциональных взаимоотношений приводящей, отводящей и

странгулированной петель тонкой кишки при ОКН, а также влияние серотонинаадипината на изменения этих функциональных взаимосвязей является актуальным.

Целью исследования явилось изучение характера нарушений функциональных взаимоотношений приводящей, отводящей и странгулированной петель тонкой кишки при ОКН, а также влияние серотонинаадипината на изменения этих функциональных взаимосвязей.

Исследования выполнены в острых экспериментах на 20 половозрелых крысах линии Wistar массой 250-300 г. Содержание, питание, уход за животными и выведение их из эксперимента осуществляли в соответствии с требованиями “Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных” [3]. За сутки до проведения эксперимента кормление животных прекращали.

В качестве наркотического вещества использовали раствор хлоралгидрата, который вводили животным внутривентрально из расчёта 300 мг/кг [13]. После выполнения срединной лапаротомии к серозно-мышечной оболочке различных отделов тонкой кишки крысы фиксировали серебряные отводящие электроды, конструкция которых предусматривала изоляцию их контактной части от окружающих тканей. В области контактной части электрода производилось десерозирование стенки тонкой кишки. Электроды подшивались к трем участкам кишки: 1 – участку кишки, который в последующем оказывался центральной частью странгулированной петли; 2 – участку кишки, который находился на 20 см проксимальнее зоны ишемии; 3 – участку кишки, расположенному на 10 см дистальнее зоны ишемии. Все оперативные вмешательства выполнялись в строго асептических условиях. Одновременную запись электрической активности гладких мышц исследуемых участков тонкой кишки осуществляли с помощью многоканального регистратора «Биоскрипт» (BST-1).

После регистрации в течение 20 минут исходной электрической активности (фон) в обеих группах животных моделировали острую странгуляционную тонкокишечную непроходимость с использованием

известной в экспериментальной хирургии методики [15]. Продолжительность острой кишечной непроходимости (ОКН) составляла 1 час. В постишемическом периоде (через 1 час после устранения странгуляции) вновь производили запись электрической активности исследуемых участков кишки. Их функциональные взаимоотношения оценивались в двух сериях экспериментов: контрольной (без введения препарата) и опытной (введение серотонина адипината производилось сразу после устранения странгуляции). В опытной серии осуществлялось одновременно внутривентральное введение 0,1 мл 1% раствора серотонина адипината и внутримышечное введение 0,5 мл 1% раствора серотонина адипината. Длительность постишемического периода (1 час) определялась фазным характером активности серотонина адипината. Известно, что пик первой фазы приходится на 5-8 минут с момента введения, а затем после небольшого спада, начиная с 20 минуты, проявляется второй пик активности, который продолжается до 1 часа [10].

Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием программного продукта Microsoft Excel 2010. Корреляционный анализ проводился с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Для интегральной количественной оценки состояния электрической активности отдельных участков тонкой кишки оценивали уровень их многосторонней скоррелированности [5].

Оценка статистической значимости различий оценивалась с использованием критерия Стьюдента.

С точки зрения раскрытия патогенетических механизмов двигательных нарушений при ОКН после ее устранения оперативным путем наиболее важным представляется исследовать функциональные взаимоотношения участков тонкой кишки, расположенных в зоне повреждения, а также проксимальнее и дистальнее её. Используя для реализации данной задачи корреляционный анализ, мы выявили наличие положительных связей средней силы между частотными характеристиками электрической активности исследуемых участков тонкой кишки (табл. 1).

Таблица 1.

Скоррелированность частотных характеристик электрической активности участков тонкой кишки (средние значения г).

Сопоставляемые участки тонкой кишки	20 см проксимальнее зоны ишемии – зона ишемии	20 см проксимальнее зоны ишемии – 10 см дистальнее зоны ишемии	Зона ишемии – 10 см дистальнее зоны ишемии
Серия №1 (n = 10)			
Фон	0,710±0,05	0,505±0,07	0,442±0,04
После устранения ОКН (без введения серотонинаадипината)	0,428±0,08	0,495±0,05	0,385±0,05
Изменения в %	- 39,7 *	-2,0	-12,9
Серия №2 (n = 10)			
Фон	0,692±0,04	0,593±0,06	0,570± 0,06
После устранения ОКН и введения серотонинаадипината	0,615±0,05	0,618±0,07	0,607±0,08
Изменения в %	- 11,1%	+4,2	+6,5

Примечание: статистически значимые различия: * p < 0,05.

Уровень функциональных взаимоотношений участков тонкой кишки изменялся после моделирования ОКН. Средние значения коэффициентов корреляции, отражающие взаимоотношения между частотными характеристиками ишемизированной зоны и участка, расположенного на 20 см проксимальнее нее, уменьшались на 39,7% ($p < 0,05$). В группе животных, которым производилось введение серотонина-адипината (серия №2), значимых изменений взаимоотношений между частотными характеристиками исследуемых зон тонкой кишки после моделирования ОКН выявлено не было (табл. 1).

Исследуемые участки тонкой кишки обнаруживали положительные корреляционные связи и по амплитудным характеристикам электрической активности, что подтверждают значения коэффициентов корреляции от $0,443 \pm 0,05$ до $0,693 \pm 0,04$, рассчитанные в двух экспериментальных сериях (табл. 2). Моделирование ОКН приводило к разрушению исходной организации электрической активности тонкой кишки в серии №1. Это проявлялось в резком снижении коэффициентов корреляции, отражающих взаимоотношения амплитудных характеристик между участками, расположенными проксимальнее (на 20 см) и дистальнее (на 10 см) зоны ишемии, а также между зоной ишемии и участком, рас-

положенным на 10 см дистальнее нее (табл. 2).

Введение серотонина адипината препятствовало развитию нарушений функциональных взаимоотношений участков тонкой кишки, о чем свидетельствовали значения коэффициентов корреляции от $0,493 \pm 0,06$ до $0,652 \pm 0,06$.

Значительность интегральных различий между контрольной и опытной группами выявляет анализ уровня многосторонней скоррелированности электрической активности (ЭА) участков тонкой кишки.

На основании анализа фоновых значений частоты ЭА, полученных в двух сериях экспериментов, можно сделать вывод о том, что суммарная скоррелированность по частоте ЭА каждого из исследуемых участков тонкой кишки с остальными находится на одном уровне, о чем свидетельствует отсутствие статистически значимых различий между показателями многосторонней скоррелированности (табл. 3).

После моделирования ОКН показатели многосторонней скоррелированности также не обнаруживали значимых отличий друг от друга, но проявляли тенденцию к снижению в зоне ишемии и на 20 см проксимальнее её. В группе животных, которым производили введение серотонина адипината, исследуемые показатели после

Таблица 2.

Изменения скоррелированности амплитудных характеристик электрической активности участков тонкой кишки (средние значения г)

Сопоставляемые участки тонкой кишки	20 см проксимальнее зоны ишемии – зона ишемии	20 см проксимальнее зоны ишемии – 10 см дистальнее зоны ишемии	Зона ишемии – 10 см дистальнее зоны ишемии
Серия №1 (n = 10)			
Фон	$0,693 \pm 0,04$	$0,550 \pm 0,08$	$0,443 \pm 0,05$
После устранения ОКН (без введения серотонина адипината)	$0,748 \pm 0,02$	$0,114 \pm 0,04$	$0,164 \pm 0,05$
Изменения в %	+7,9	-79,3% **	-63% **
Серия №2 (n = 10)			
Фон	$0,657 \pm 0,03$	$0,650 \pm 0,04$	$0,545 \pm 0,05$
После устранения ОКН и введения серотонина адипината	$0,638 \pm 0,04$	$0,652 \pm 0,06$	$0,493 \pm 0,06$
Изменения в %	-2,9%	+0,3%	-9,5

Примечание: статистически значимые различия: ** $p < 0,01$

Таблица 3.

Изменения показателей многосторонней скоррелированности частотных характеристик электрической активности участков тонкой кишки

Участки тонкой кишки	20 см проксимальнее зоны ишемии	Зона ишемии	10 см дистальнее зоны ишемии
Серия №1 (n = 10)			
Фон	$1,215 \pm 0,12$	$1,152 \pm 0,09$	$0,947 \pm 0,11$
После устранения ОКН (без введения серотонина адипината)	$0,923 \pm 0,13$	$0,813 \pm 0,13$	$0,880 \pm 0,1$
Изменения в %	-24,0	-26,6	-7,1
Серия №2 (n = 10)			
Фон	$1,285 \pm 0,1$	$1,262 \pm 0,1$	$1,163 \pm 0,12$
После устранения ОКН и введения серотонина адипината	$1,233 \pm 0,12$	$1,222 \pm 0,13$	$1,225 \pm 0,15$
Изменения в %	-4,1%	-3,2	+5,3

устранения ОКН практически не изменялись (табл.3).

Показатели многосторонней скоррелированности амплитудных характеристик электрической активности исследуемых зон также не обнаруживали статистически значимых различий между собой, что свидетельствует о наличии определенного исходного уровня сопряженности участков тонкого кишечника, который определяет его функциональную активность (табл.4).

Моделирование ОКН приводило к снижению показателей многосторонней скоррелированности амплитудных значений электрической активности всех исследуемых участков кишечника, наиболее выраженных в зонах, расположенных проксимальнее и дистальнее зоны ишемии. Дистальный участок оказывался наименее связанным с вышележащими участками тонкой кишки (табл.4). Введение серотонина адипината предупреждало описанные сдвиги функциональных интраэнтеральных взаимоотношений.

Таким образом, проведенное исследование позволило установить изменения функциональных взаимоотношений между приводящей, отводящей и странгулированной петлями тонкой кишки после экспериментального моделирования ОКН и ее устранения. Количественной характеристикой этих изменений могут являться показатели скоррелированности частотных и амплитудных характеристик электрической активности. Следует отметить, что быстрее и более выражено изменялась амплитудная составляющая ЭА, которая

определяет потенциальную силу сокращений кишки. В частности, через 1 час после устранения ОКН снижался интегральный показатель многосторонней скоррелированности по амплитуде ЭА, отражающий суммарную тесноту корреляционных связей в зонах проксимальнее и дистальнее зоны ишемии. Для странгулированной петли в этот период не было обнаружено статистически значимых отличий от исходной сопряженности ее с остальными исследуемыми участками, что может служить препятствием для адекватных системных перестроек в начальный период после устранения действия повреждающего фактора. Введение серотонина адипината предупреждало развитие описанных нарушений функциональных взаимоотношений.

По-видимому, обнаруженный факт позволяет выявить наличие одного из механизмов развития нарушений моторики и дискоординации двигательной активности кишечника после устранения ОКН, при котором поврежденный участок выполняет роль патологического фактора для поддержания сформированной патологической системы. Введение серотонина адипината препятствует нарушениям скоррелированности, что предупреждает формирование устойчивой патологической системы и это позволяет рассматривать данный препарат как один из компонентов патогенетической терапии и профилактики двигательных и дискоординационных нарушений кишечника после устранения ОКН.

Таблица 4.

Изменения показателей многосторонней скоррелированности амплитудных характеристик электрической активности участков тонкой кишки

Участки тонкой кишки	20 см проксимальнее зоны ишемии	Зона ишемии	10 см дистальнее зоны ишемии
Серия №1 (n = 10)			
Фон	1,243±0,09	1,136±0,13	0,993±0,09
После устранения ОКН (без введения серотонина адипината)	0,862±0,06	0,912±0,07	0,278±0,09
Изменения в %	-30,7**	-19,7	-72,0**
Серия №2 (n = 10)			
Фон	1,307±0,07	1,202±0,08	1,195±0,07
После устранения ОКН и введения серотонина адипината	1,290±0,1	1,131±0,1	1,145±0,12
Изменения в %	-1,3%	-5,9	-4,2

Примечание: статистически значимые различия: ** p < 0,01.

Библиографический список

1. Альянов А.Л. Влияние серотонина адипината на ишемические изменения тонкой кишки при острой кишечной непроходимости (экспериментальное исследование): автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Курск, 2009. 22с.
2. Атаев С.Д., Абдуллаев М.Р. Нарушение биоэнергетики кишечной стенки при острой кишечной непроходимости и способы их коррекции. Вестник хирургии 1993; №3-4. С.31-34.
3. Бунятян А.А. (ред.), Мизиков В.М. (ред.). Анестезиология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013.
4. Ерюхин И.А., Петров В.П., Ханевич М.Д. Кишечная непроходимость. СПб.: ПИТЕР, 1999.
5. Завьялов А.В. Соотношение функций организма (экспериментальный и клинко-физиологический аспекты). М.: Медицина, 1990.
6. Зайцев В.Т., Гончаренко Л.И., Щербаков В.И., Кудиненко А.С. Расстройства гемодинамики при острой непроходимости кишечника в раннем послеоперационном периоде и их коррекция. Клиническая хирургия 1990. №1. С. 23-25.
7. Кригер А.Г., Андрейцев И.Л., Горский В.А. и др. Диагностика и лечение острой спаечной тонкокишечной непроходимости. Хирургия 2001; №7. С. 25-29.
8. Рыбачков В.В., Майоров М.И., Моканов О.А. Нейрогуморальные изменения при острой кишечной непроходимости. Вестник хирургии им. И.И. Грекова 2005. №1. С. 25-28.

9. Савельев В.С. (ред.) Руководство по неотложной хирургии органов брюшной полости. М.: Триада-М, 2006.
10. Симоненков, А.П. Профилактика и лечение послеоперационного пареза кишечника серотонином-адипинамом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1987. 28 с.
11. Симоненков А.П., Фёдоров В.Д. Современная концепция стресса и адаптации с учётом новых данных о генезе тканевой гипоксии. Вестник РАМН2008; № 5. С. 7-15.
12. Симоненков А.П., Фёдоров В.Д., Ключев В.М. и др. Уточнение классификации гипоксических состояний. Вестник РАМН2004; №1. С. 46-48.
13. Суковатых Б.С., Артюшкова Е.Б., Еремин П.А. и др. Влияние мексикора на течение синдрома интраабдоминальной гипертензии при экспериментальном распространённом перитоните. Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2010; №3. С. 222-226.
14. Фёдоров В.Д. Симоненков А.П. Концепция клинического применения серотонина адипината при лечении хирургических больных. Вестник хирургии1998; №3. С. 15-19.
15. Шалимов С.А., Радзиховский А.П., Кейсевич Л.В. Руководство по экспериментальной хирургии. М.: Медицина, 1989.

References

1. Alyanov A.L. Serotonin adipinate effect on the ischemic changes of the small intestine in acute intestinal obstruction (experimental research): Author's abstract of candidate dissertation in Medicine. Kursk, 2009. 22p.
 2. Ataev S.D., Abdullaev M.R. Bioenergetic derangement of intestinal wall in acute intestinal obstruction and ways of correction. Bulletin of Surgery, 1993; № 3-4. Pp. 31-34.
 3. Bunyatyan A.A. (edd.), Mizikov V.M. (edd.). Anesthesiology: official manual book. M.: GEOTAR-Media, 2013.
 4. Eriukhin I.A., Petrov V.P., Khanevich M.D. Intestinal obstruction. St.-Petersburg.: PITER, 1999.
 5. Zavialov A.V. The correlation of the body functions (experimental and clinical - physiological aspects). M.: Medicine, 1990.
 6. Zaitsev V.T., Goncharenko, Scherbakov V.I., Kudinenko A.S. Unstable hemodynamics in acute bowel obstruction in the early postoperative period and their correction. Clinical Surgery 1990; №1. Pp. 23-25.
 7. Kriger A.G., Andreitsev I.L., Gorsky V.A. and others. Diagnosis and treatment of acute adhesive small bowel obstruction. Surgery 2001; №7. Pp.25-29.
 8. Rybachkov V.V., Maiorov, M.I., Mikanov O.A. Neurohumoral changes in acute bowel obstruction. Bulletin of Surgery. I.I. Grekova 2005;1. Pp. 25-28.
 9. Saveliev V. (edd.) Handbook on emergency abdominal surgery. M: Triada-M, 2006.
 10. Simonenkov A.P. Prevention and treatment of postoperative bowel paresis serotonin adipinate: author's abstract of candidate dissertation in Medicine. M., 1987. 28 p.
 11. Simonenkov A.P., Fedorov V.D. Modern concept of stress and adaptation with the new data about the genesis of tissue hypoxia. Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. 2008; № 5:7-15.
 12. Simonenkov A.P., Fedorov V.D., Kluzhev V.M. and others. Classification of hypoxic conditions. Bulletin of the Russian Academy of medical Sciences. 2004; №1. Pp. 46-48.
 13. Sukovatykh B.S., Artyushkova E.B., Eremin P.A. and others. Mexicor influence on the course of the intra-abdominal hypertension in experimental spread peritonitis. Bulletin of Experimental and Clinical Surgery, 2010; №3. Pp. 222-226.
 14. Fedorov V.D. Simonenkov A.P. Concept of clinical application of serotonin adipinate in the treatment of surgical patients. Bulletin of Surgery 1998; №3. Pp. 15-19.
 15. Shalimov S.A., Radzikhovsky A.P., Keisevich L.V. Manual in experimental surgery. M: Medicine, 1989.
-

УДК 616-006.04-08-039.75

UDC616-006.04-08-039.75

В.И. СОЛОВЬЕВ

доктор медицинских наук, профессор, кафедра онкологии,
Смоленская государственная медицинская академия
E-mail: Solovyev-onk@list.ru

А.В. БОРСУКОВ

доктор медицинских наук, профессор, кафедра факультетской терапии, Смоленская государственная медицинская академия
E-mail: bor55@yandex.ru

М.А. САФОНОВА

аспирант, кафедра онкологии, Смоленская государственная медицинская академия
E-mail: mariya-safronova-85@mail.ru

V.I. SOLOVYEV

Doctor of Medical Sciences, Professor of Oncology, Smolensk State Medical Academy
E-mail: Solovyev-onk@list.ru

A.V. BORSUKOV

Doctor of Medical Sciences, professor of faculty therapy department, Smolensk State Medical Academy
E-mail: bor55@yandex.ru

M.A. SAFRONOVA

Graduate student of Oncology department, Smolensk State Medical Academy
E-mail: mariya-safronova-85@mail.ru

СОНОЭЛАСТОГРАФИЯ – ЦЕНТРАЛЬНОЕ НОВОЕ ЗВЕНО В ПРЕОПЕРАЦИОННОМ АЛГОРИТМЕ У ПАЦИЕНТОК С ПОДОЗРЕНИЕМ НА ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

SONOELASTOGRAPHY – A CENTRAL NEW ELEMENT IN THE PREOPERATIVE ALGORITHM IN PATIENTS WITH SUSPECTED BREAST CANCER

В данной статье рассматриваются проблемы соноэластографии молочных желез и лимфатических узлов аксиллярной области в диагностическом алгоритме при подозрении на злокачественные новообразования молочных желез.

Ключевые слова: рак молочной железы, лимфатические узлы, компрессионная соноэластография.

In this paper we consider the problem sonoelastography breast and axillary lymph nodes in the diagnostic algorithm for suspected malignant tumors of the mammary glands.

Keywords: cancer of the breast, lymph nodes, compression sonoelastography.

Введение

Активное внедрение и практическое использование ультразвуковой соноэластографии молочных желез началось с 1990 гг., когда появились более высокочастотные преобразователи. Внедрение данного метода позволило более детально дифференцировать опухолевидные образования молочных желез, что определило его в качестве уточняющего метода диагностики [1, 3, 6, 10, 13].

Принцип ультразвуковой соноэластографии основывается на разнородности эластичности неоднородных участков ткани при воздействии на нее внешней компрессии. Этот принцип позволяет провести дифференциальную диагностику между доброкачественными и злокачественными новообразованиями, уточнить вектор инвазивного роста, размер опухоли, характер структуры узлового образования, выбор оптимальной зоны для проведения пункционной биопсии. Хотя технология соноэластографии находится на этапе активного изучения, уже есть огромное количество положительных результатов, которые свидетельствуют о перспективе данной методики, в частности применения ее в онкологии [2, 4, 8, 11].

Постоянная борьба со злокачественными новообразованиями молочных желез и отсутствие единой нормативной классификации привело к созданию единых критериев оценки и интерпретации полученных данных. За основу был принят принцип BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System), созданный Американской коллегией радиологов. Данный прин-

цип сначала был создан сугубо для рентгеновской маммографии, но в 1998 году международная школа ультразвуковых исследований молочных желез внесла предложение по адаптации классификации для ультразвуковой диагностики молочных желез. Данная классификация была выражена в виде таблицы по категориям злокачественности [4, 5, 7, 9, 12] (таб.1).

Цель

Диапазон возможностей применения компрессионной соноэластографии молочных желез и аксиллярных областей в предоперационном алгоритме диагностики у пациенток с подозрением на рак молочной железы.

Материалы и методы

В предоперационный диагностический алгоритм обследования больных, направленных с подозрением на рак молочной железы в Смоленский областной онкологический диспансер, в стандартный комплекс обследования было включено проведение компрессионной соноэластографии молочных желез и аксиллярных областей. В исследуемую группу были включены 34 пациентки различной возрастной категории от 41 до 75 лет. Исследование проводилось на аппарате Hitachi Preirus датчиком 7,5-12,5 МГц. На первом этапе проводилось базовое ультразвуковое исследование молочных желез и аксиллярных зон в В-режиме в положении лежа на спине, а затем с поднятыми руками вверх и запрокинутыми за голову. В данном режиме определялось состояние кожных покровов, тип строения молочных желез, наличие узловых образований, зон инфильтра-

Таблица 1.

Категории злокачественности процессов в молочной железе US BI-RADS.

Категории US BI-RADS	Описание	Риск злокачественности (%)	Рекомендации
1	Норма	0	Плановый скрининг
2	Доброкачественные находки	0	Плановый скрининг
3	В е р о я т н о доброкачественные	Равно или меньше 2	Выбор пациента проводить или не проводить биопсию
4а	Мало подозрительные	Больше 2 и менее 50	Биопсия (другие методы визуализации)
4б-в	Умеренно подозрительные	Более 50 и менее 90	Биопсия
5	Злокачественные	Равно или более 90	Биопсия
6	Г ист о л о г и ч е с к и подтвержденные	Равно 100	Лечение

ции, наличие и состояние регионарных лимфатических узлов. Далее проводили исследования в дополнительных режимах: цветное доплеровское картирование и энергетический доплер. На заключительном этапе выполняли компрессионную соноэластографию, малоинвазивную биоимпедансометрию очага с последующим забором материала для гистологического исследования (рис.1).

Результаты

При оценке проведенных мероприятий в В-режиме

наиболее значимыми определились УЗ-признаки: эхоструктура, форма и контуры образований. При цветном доплеровском картировании и энергетическом доплере информативными были такие признаки: тип и интенсивность кровотока, степень деформации сосудов в очаге и перифокальных зонах, степень аррозивных изменений стенок сосудов. В зависимости от соноэластограмм новообразования молочных желез были распределены по типам US BI-RADS в сочетании с Strein классификацией (табл.2-3).

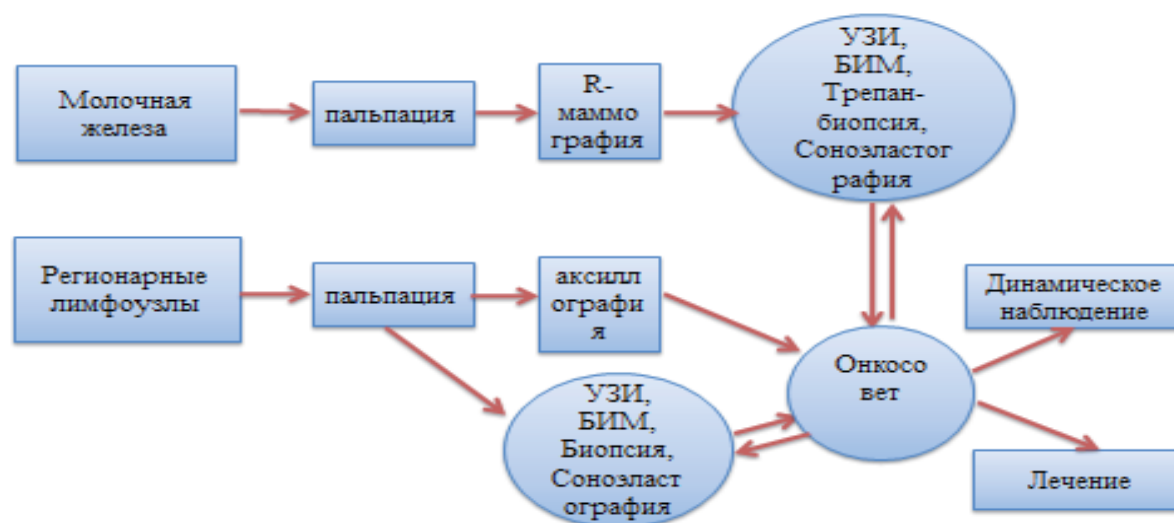


Рис. 1. Диагностический алгоритм клинической группы.

Таблица 2.

Оценка соноэластографии в корреляции с классификацией US BI-RADS

Эластичность (Strein)	Баллы (категория)	Описание (US BI-RADS)	Рекомендации (US BI-RADS)
	0	Неполная оценка	Требуется дополнительное обследование
Мягкая эластичность	1	Отрицательный результат (изменений нет)	Дополнительное обследование не требуется
Однородная умеренная эластичность	2	Доброкачественные изменения	Дополнительное обследование не требуется
Н е о д н о р о д н а я эластичность	3	Вероятно доброкачественные изменения	Повторный контроль
Однородная высокая эластичность	4а-в	Подозрительные изменения	Биопсия
Неоднородной структуры	5	Явные признаки злокачественной опухоли	Биопсия

Таблица 3.

Данные корреляции компрессионной соноэластографии и классификации US BI-RADS

Тип	Процентное соотношение	Абсолютное число
1 тип	0%	0
2 тип	0%	0
3 тип	11,7%	4
4 тип	32,4%	11
5 тип	55,9%	19
6 тип	0%	0

При проведении компрессионной соноэластографии выявлено 4 случая фиброаденом, которые соответствовали 3 типу классификации US BI-RADS (рис. 2). В остальных случаях злокачественные новообразования были подтверждены гистологически в процессе дальнейшего исследования и соответствовали 4 и 5 типу (рис. 3, 4).

В условных единицах соноэластографии выявлено:

- коэффициент менее 4,3 составил 4%;
- коэффициент более 4,3 составил 96%.

Процент в условных единицах соответствует данным классификации US BI-RADS, что подтверждает информацию о злокачественности процесса при коэффициенте более 4,3.

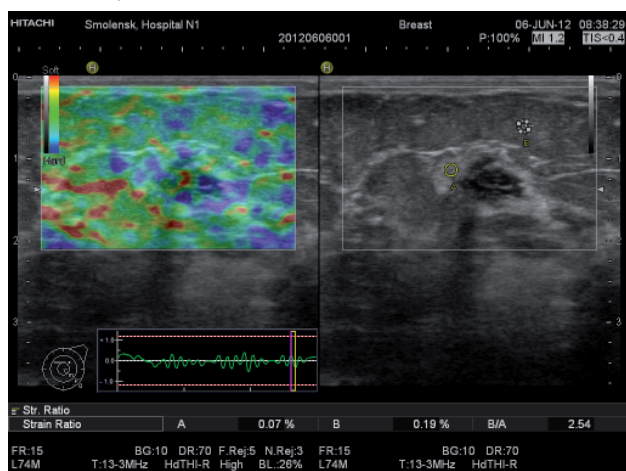


Рис. 2. Компрессионная соноэластограмма при фиброаденоме.

На данном примере хорошо видно, что коэффициент сравнения равен 2,54 у.е. Тип эластограммы соответствует 3 типу по US BI-RADS.

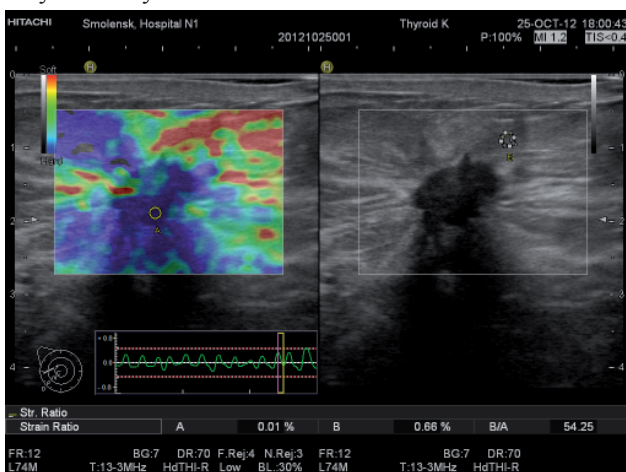


Рис. 3. Компрессионная соноэластограмма рака молочной железы.

Коэффициент сравнения равен 54,25 у.е., по классификации US BI-RADS соответствует 5 типу.

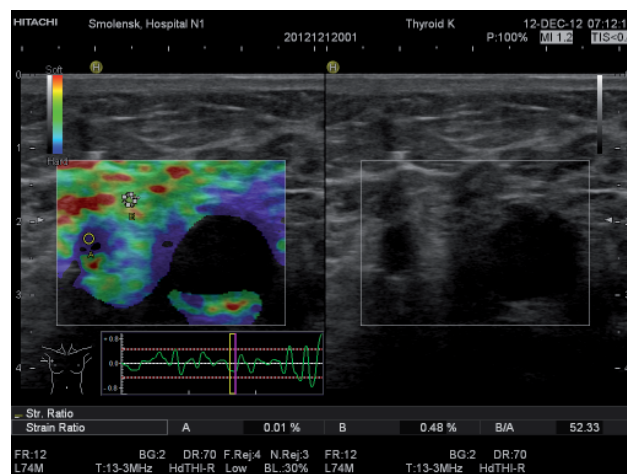


Рис. 4. Соноэластограмма мультицентрического рака молочной железы.

Сочетание 4 и 5 типа соноэластограмм. Коэффициент сравнения равен от 52.33 у.е.

При оценке компрессионной соноэластографии более информативны: 1) качественная оценка по цветовым типам (размеры очага, количество очагов, оценка вектора инвазивного роста, сравнение размеров очага по В-режиму и эластографии); 2) полуколичественная оценка по зонам сравнения в условных единицах (выявление зон с максимально выраженной неравномерностью роста очага для проведения биопсии).

Выводы

Введение компрессионной соноэластографии в предоперационный алгоритм обследования больных с подозрением на злокачественные новообразования молочных желез имеет большое клиническое значение, позволит повысить качество медицинской помощи, прицельно выбрать зоны для проведения пункционной биопсии, с большей точностью определить объем поражения и степень распространения.

Библиографический список

1. *Заболотский Н.В., Заболотский В.С.* Новые технологии в ультразвуковой маммографии. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2010. 265 с: ил.
2. *Заболотский Н.В., Заболотский В.С.* Новые технологии ультразвуковой маммографии. М.: Стром, 2005. 240 с.
3. *Зубарев А.В. и соавт.,* Эластография – новый метод поиска рака различных локализаций. Радиология- практика. 2008. №6. С.6-18.
4. *Зыкин Б.И., Постнова Н.А., Медведев М.Е.* Ультразвуковая эластография (обзор) // Диагностическая радиология и онкотерапия. 2013. № 1-2. С.14-19.
5. *Постнова Н.А. и соавт.,* Эластография сдвиговой волны: возможности дифференциальной диагностики очаговых и диффузных изменений различных органов и тканей // Вестник рентгенологии и радиологии. 2011, № 2, С.29-34.
6. *Сенча А.Н., Евсеева Е.В., Петровский Д.А., Патрунов Ю.Н., Сергеева Е.Д.* Методики ультразвукового исследования в диагностике рака молочной железы. «ВИДАР», 2011. 152 с: ил.
7. *Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Иванова Л.И.* УЗИ с эластографией в маммологии. СПб.: ЭЛБИ – СПб, 2013. 256 с., ил.
8. *Фисенко Е.П.* Применение классификации BI-RADS при ультразвуковом скрининге рака молочной железы. 1-е издание. М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2013. 32 с: ил.
9. ACR BI- RADS. Система описания и обработки данных исследования молочной железы. Маммологический атлас: маммография, ультразвуковое исследование, магнитно- резонансная томография/ Под ред. В.Е.Синицина. М.: ИД «Медпрактика – М», 2010. 464 с.
10. American College of Radiology. ACR Breast Imaging Reporting and Data System (BI- RADS). - Website. www. acr.org.
11. American College of Radiology. BI-RADS Breast imaging reporting and data system. Breast imaging atlas: mammography, breast ultrasound, breast MR- imaging. - Virginia. Reston, 2003. 268 p.
12. *Lazarus E., Mainiero M.B., Schepps B. et al.* BI- RADS Lexicon for US and Mammography: Interobserver Variability and Positive Predictive Value // Radiology. May 1. 2006; 239(2): Pp. 385-391.
13. *Zonderland H.M.* The role of ultrasound in the diagnosis of breast cancer// Semin Ultrasound CT MR. – Aug. 2000; 21(4): Pp. 317-24.

References

1. *Zabolotskaya N.V., Zabolotski V.S.* New technologies in ultrasound mammography. 2nd edition, revised and enlarged. M.: “Firm STROM”, 2010. 265 p., ill.
2. *Zabolotski N.V., Zabolotski V.S.* New technologies ultrasound mammography. - M. Strom, 2005. 240p.
3. *Zubarev A. et al.* Elastography is a new method of finding cancer in different locations. / Radiology Practitioner. 2008. № 6. Pp.6-18.
4. *Zykin B.I., Postnova N.A., Medvedev M.E.* Ultrasound elastography (review) // Diagnostic radiology and cancer therapy. 2013. № 1-2. Pp.14-19.
5. *Postnova N.A et al.* Shear wave elastography: the possibility of differential diagnosis of focal and diffuse changes in various organs and tissues. / Journal of Radiology. № 2,2011,29-34.
6. *Sencha A.N., Evseeva E.V., Peter D., Patrunov J.N., Sergeeva E.D.* Methods of ultrasound in the diagnosis of breast cancer. - “Vidar”, 2011. 152 p. ill.
7. *Trufanov G.E., Ryazanov V.V., Ivanov L.I.* Ultrasound elastography in breast care. St. Petersburg.: ELBI – St. Petersburg, 2013. 256 p., Ill.
8. *Fissenko E.P.* The use of BI-RADS classification for ultrasound screening for breast cancer. 1st edition. M: “Firm STROM,” 2013. 32 p., ill.
9. ACR BI-RADS. The system description data and studies of breast cancer. Breast Atlas: mammography, ultrasound, magnetic resonance imaging / Ed. V.E.Sinitsina. Moscow: Publishing House “medical practice - M”, 2010. 464 p.
10. American College of Radiology. ACR Breast Imaging Reporting and Data System (BI- RADS). - Website. www. acr.org.
11. American College of Radiology. BI-RADS Breast imaging reporting and data system. Breast imaging atlas: mammography, breast ultrasound, breast MR- imaging. - Virginia. Reston, 2003. 268 p.
12. *Lazarus E., Mainiero M.B., Schepps B. et al.* BI- RADS Lexicon for US and Mammography: Interobserver Variability and Positive Predictive Value // Radiology.-May 1. 2006; 239(2): Pp. 385-391.
13. *Zonderland H.M.* The role of ultrasound in the diagnosis of breast cancer// Semin Ultrasound CT MR. – Aug. 2000; 21(4): Pp.317-24.

УДК 582.929.4

UDC 582.929.4

Ю.А. СТАРЧАК

кандидат фармацевтических наук, доцент, кафедра общей и фармацевтической химии, Орловский государственный университет

E-mail: yuliya-starchak@yandex.ru

В.Н. БУБЕНЧИКОВА

доктор фармацевтических наук, зав. кафедрой фармакогнозии и ботаники, Курский государственный медицинский университет

E-mail: fg.ksmu@mail.ru

Е.С. ЛАПИНА

студентка, фармацевтический факультет, Курский государственный медицинский университет

YU. A. STARCHAK

Candidate of Pharmacy, associate professor, general and pharmaceutical chemistry department, Orel State University

E-mail: yuliya-starchak@yandex.ru

V.N. BUBENCHIKOVA

Doctor of Pharmacy, professor, head of the Chair of Pharmacognosy and Botany, Kursk State Medical University

E-mail: fg.ksmu@mail.ru

E.S. LAPINA

Student, Faculty of Pharmacy, Kursk State Medical University

ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТРАВЫ ТИМЬЯНА МАРШАЛЛА (THYMUS MARCHALLIANUS WILLD)

STUDY OF THE HERB ANATOMIC STRUCTURE OF THYMUS MARCHALLIANUS WILLD

Приведены результаты анатомического строения травы тимьяна Маршалла. В ходе исследования выявлены и установлены микродиагностические признаки. Стебель округло-четырехгранный, непучкового типа строения. Устьица диацидного типа. Установлено наличие и строение простых и головчатых волосков. Так, по стеблю тимьяна Маршалла встречаются простые одно- или многоклеточные толстостенные волоски, со слегка бородавчатой или бородавчатой кутикулой, у некоторых волосков отмечено наличие цистолитов у основания. По эпидермису листа можно встретить простые одно- многоклеточные волоски с бородавчатой или с слабобородавчатой кутикулой. При исследовании элементов цветка, чашечки и венчика определен характер опушения различными типами волосков и форма клеток эпидермиса. По эпидермису стебля, чашечки и венчика встречаются головчатые волоски, эфиромасличные железы.

Полученные результаты исследований позволят на основе выявленных диагностических признаков идентифицировать видовую принадлежность сырья тимьянов.

Ключевые слова: трава, *Thymus marchallianus* Willd, простые волоски, головчатые волоски, эфиромасличные железы.

The results of the anatomical structure of *Thymus marchallianus* Willd. herb are there in the article. During the study microdiagnostic signs were identified and installed. Stem is a rounded-tetrahedral, nonbundle-shaped type structure. Stomata are of the diacytic type. Also the existence and the structure of simple and glandular hairs were determined. Thus on the *Thymus marchallianus* Willd. stem simple one- or multicellular thick hairs, with slightly warty or warty cuticle are found, some hairs have cystoliths at the base. One can find simple one- or multicellular hairs with warty or slightly warty cuticle on the epidermis of the leaf. In the study of the elements of the flower, the calyx and corolla, the character of pubescence by different types of hairs and shape of the epidermis cells were determined. On the epidermis of stem, leaf, calyx and corolla glandular hairs, and essential oil glands are met.

The obtained results will allow to identify the species of raw material thyme on the base of the identified diagnostic features.

Keywords: herb, *Thymus marchallianus* Willd, simple hairs, glandular hairs and essential oil glands.

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 – культивируемое растение, в диком виде 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 наряду с чабрецом и вместо него могут быть заготовлены 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 и подсекциям и естественно различаются как по химическому составу, так и по морфологическим и анатомическим признакам, что требует проведения анатомических исследований этих видов.

Цель настоящей работы – изучение анатомического строения травы тимьяна Маршалла для выявления диагностических признаков.

Объектом исследования служила воздушно-сухая трава тимьяна Маршалла, заготовленная в период массового цветения растения в Курской области в 2013г.

Материалы и методы. Исследование анатомических признаков травы проводили в соответствии с методиками ГФ XI издания [1]. Для получения микрофотографий использовался лабораторный микроскоп «Биолам С-11» с цифровой насадкой. Фотографии были обработаны на компьютере с помощью программ Adobe Photoshop 7.0.

Результаты исследования. Изучение микродиагностических признаков стебля показало, что в поперечном сечении стебель округло-четырехгранный, имеет непучковый тип строения. Покровная ткань стебля эпидермис. Клетки эпидермиса в поперечном сечении прямоугольной формы, покрытые толстым слоем крупнозубчатой кутикулы. С поверхности клетки эпидермиса в межреберье округло-прямоугольные иногда со слегка извилистыми боковыми стенками или многоугольные. На ребрах стебля клетки продольно-удлиненные, иногда со скошенными концами. Встречаются устьица диацидного типа. Эпидермис опушен волосками 4 типов:

- простыми одноклеточными толстостенными, с бородавчатой кутикулой колпачковидной формы, с цистолитом у основания; иногда прижатые к поверхности или крючковидно изогнутые. Такие волоски встречаются в основном на эпидермисе стебля в межреберье;
- простыми одно-двухклеточными толстостенными со слегка бородавчатой кутикулой;
- простыми многоклеточными со слегка бородавчатой поверхностью (расположенные в основном на ребрах);
- головчатыми волосками на одноклеточной ножке с пузыревидной головкой.

По всей поверхности стебля встречаются многочисленные эфиромасличные железы, состоящие из восьми выделительных клеток, характерные для представителей семейства губоцветных, окруженные 11-15 эпидермальными клетками.

Первичная кора стебля хорошо выражена и отделена от центрального цилиндра эндодермой, образована клетками прямоугольной формы, вытянутыми по окружности. Под эпидермисом располагается колленхима первичной коры. В ребрах она занимает 2-3 слоя, в межреберье один слой. Клетки основной паренхимы первичной коры расположены в один-два слоя. Они прямоугольной формы, слегка вытянуты по окружности, иногда сдавлены в радиальном направлении.

Центральный цилиндр начинается мелкоклеточной флоэмой. Флоэма занимает небольшой объем, механические элементы которой слабо развиты.

Ксилема занимает большую часть центрального цилиндра. Сосуды расположены радиальными рядами, между которыми находится склерифицированная паренхима.

Основная паренхима сердцевины представлена крупными тонкостенными клетками, сдавленными в радиальном направлении. В центре клетки сердцевины разрушаются, образуя большую полость.

Сравнительное изучение верхнего и нижнего эпидермисов листа показало, что клетки верхнего эпидермиса листа ломаноизвилисто-стенные, клеточные стенки которых с четковидным утолщением. Клетки нижнего эпидермиса более извилисто-стенные. По эпидермису встречаются устьица диацидного типа, более многочисленно расположенные на нижнем эпидермисе.

По краю листа, у его основания, клетки эпидермиса удлиненно-прямоугольные. Вдоль жилки клетки продольно-удлиненные с четковидными утолщениями

клеточных стенок. По эпидермису листа встречаются волоски различного типа:

- простые одноклеточные волоски со слегка заостренной верхушкой и бородавчатой кутикулой, расположенные под углом к поверхности листа (приурочены к краю листа);
- простые одноклеточные, толстостенные удлиненные волоски с тонко заостренной верхушкой, со слабобородавчатой поверхностью (встречаются у основания листа);
- простые многоклеточные волоски со слегка утолщенными клеточными стенками и слабобородавчатой кутикулой (встречаются у основания листа).

Но обеих поверхностях листа как и на стебле располагаются многочисленные эфиромасличные железы, характерные для губоцветных (яснотковых), окруженные розеткой из 11-15 клеток эпидермиса.

Верхняя и нижняя губа венчика покрыты сосочковидным эпидермисом. В трубке венчика клетки эпидермиса удлиненно-прямоугольные со слегка извилистыми боковыми стенками. Видны многочисленные мелкие одиночные призматические кристаллы оксалата калия.

Эпидермис венчика опушен простыми и головчатыми волосками, причем эпидермис нижней губы венчика более опушенный, чем верхней губы. Простые волоски двух типов: одноклеточные бородавчатые с заостренной верхушкой и многоклеточные бородавчатые с заостренной верхушкой и с расширенной у основания базальной клеткой.

Головчатые волоски также двух типов – это головчатые волоски на одноклеточной ножке с удлиненно-округлой одноклеточной головкой (в основном на эпидермисе нижней губы венчика) и головчатые волоски на многоклеточной ножке с одноклеточной округлой головкой.

Эфиромасличные железы многочисленные, состоят из восьми выделительных клеток.

Эпидермис зубцов чашечки в средней части чашечки извилисто-стенный со складчатой кутикулой. В основании чашечки клетки эпидермиса менее извилисто-стенные. На эпидермисе чашечки встречаются эфиромасличные железы.

Вдоль жилки и основания зубцов чашечки многочисленные простые многоклеточные толстостенные остроконечные волоски с гладкой кутикулой. На концах зубцов чашечки щетинистые волоски с очень сильно утолщенными клеточными стенками. Имеются также тонкостенные многоклеточные волоски с тупой закругленной верхушкой, приуроченные ближе к основанию чашечки.

Головчатые волоски с одноклеточной головкой и двухклеточной ножкой, головка которых часто обламывается, находятся в основном в основании чашечки. А головчатые волоски на одноклеточной ножке с одноклеточной пузыревидной головкой встречаются в средней части чашечки.

Выводы. Изучено анатомическое строение травы тимьяна Маршалла и установлены диагностические признаки для определения подлинности сырья.

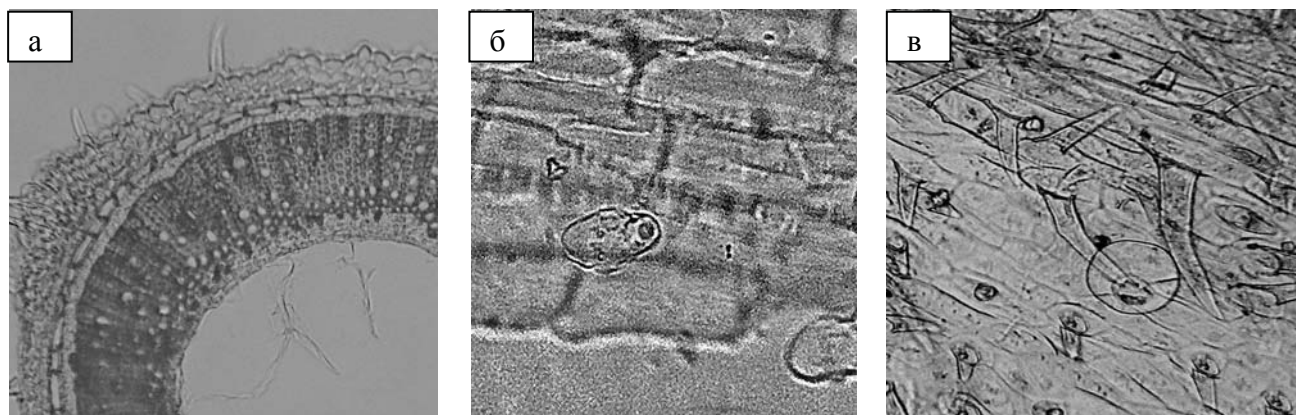


Рис.1. Стебель тимьяна Маршалла (увел. 300х): а – фрагмент поперечного среза, б – фрагмент эпидермиса стебля вдоль ребра с головчатым волоском с пузыревидной головкой и одноклеточной ножкой, в – фрагмент эпидермиса стебля в междуберье с простыми двухклеточными толстостенными волосками, со слегка бородавчатой кутикулой, простыми одноклеточными колпачковидными волосками с цистолитом у основания и эфиромасличной железкой (вид сверху).

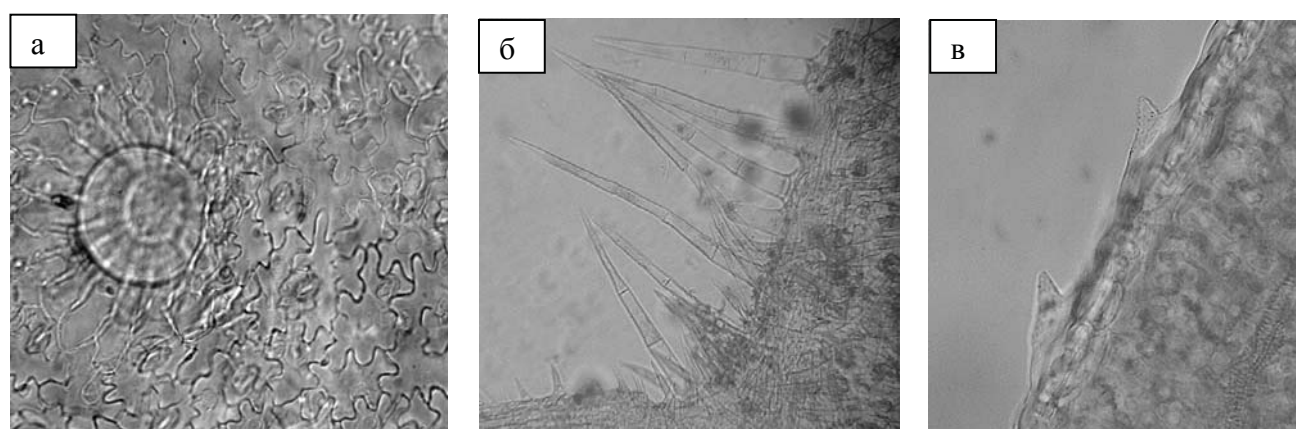


Рис. 2. Лист тимьяна Маршалла: а – фрагмент нижнего эпидермиса с эфиромасличной железкой (вид сверху) и устьичным аппаратом диацидного типа (увел. 300х), б – фрагмент основания листа с простыми многоклеточными волосками со слегка утолщенными клеточными стенками и слабобородавчатой кутикулой и простыми толстостенными одноклеточными удлинненными волосками с тонкозаостренной верхушкой и слабобородавчатой поверхностью (увел. 120х), в – фрагмент края с простыми одноклеточными волосками со слегка заостренной верхушкой и бородавчатой поверхностью (увел. 300х).

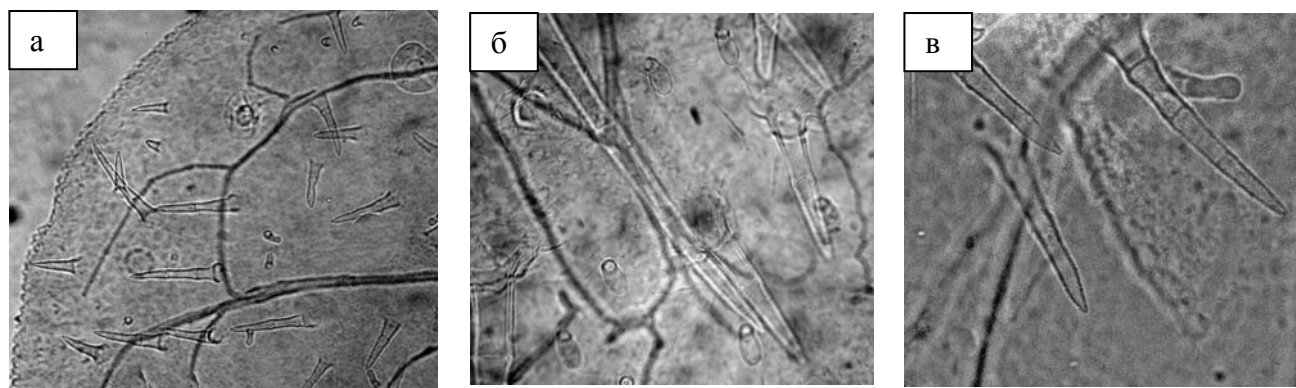


Рис. 3. Венчик тимьяна Маршалла: а – фрагмент верхней губы венчика с эфиромасличными железами и простыми одноклеточными бородавчатыми волосками с заостренной верхушкой, простыми многоклеточными бородавчатыми волосками с заостренной верхушкой и расширенной у основания базальной клеткой (увел. 120х), б – фрагмент нижней губы венчика с простыми многоклеточными бородавчатыми волосками с заостренной верхушкой и расширенной у основания базальной клеткой и головчатыми волосками на одноклеточной ножке с удлинненно-округлой одноклеточной головкой (увел. 200х), в – фрагмент нижней губы венчика с головчатым волоском на многоклеточной ножке с одноклеточной округлой головкой (увел. 300х).

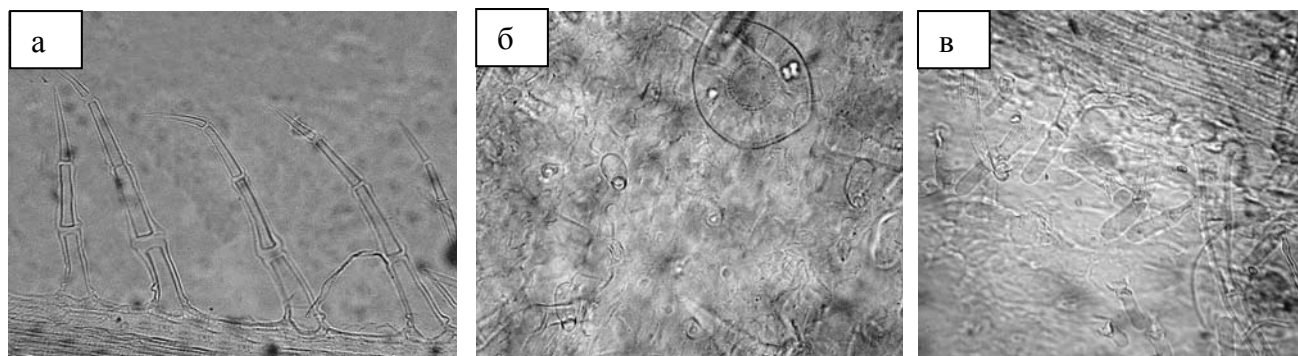


Рис. 4. Чашечка тимьяна Маршалла: а – фрагмент края зубцов с простыми многоклеточными щетинистыми волосками с очень сильно утолщенными клеточными стенками (увел. 200х.), б – фрагмент эпидермиса в средней части чашечки с эфиромасличной железкой (вид сверху) и головчатыми волосками с одноклеточной пузыревидной головкой на одноклеточной ножке (увел. 300х), в – фрагмент эпидермиса в основании чашечки с простыми многоклеточными тонкостенными волосками с тупой закругленной верхушкой (увел. 300х).

Библиографический список

1. Государственная фармакопея СССР. 11 изд. М.: Медицина, 1987. Вып. 1. 277с.
2. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. / МЗ СССР, 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1990. 400 с.
3. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том. 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. М. Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований. 2004. С.105.

References

1. State Pharmacopoeia of the USSR. 11 ed. M.: Medical, 1987. Issue. 1. 277 p.
2. State Pharmacopoeia of the USSR, Vol. 2. Common methods of analysis. Herbal drugs / USSR Ministry of Health, 11-th ed., Ext. M.: Medicine, 1990. 400 p.
3. Illustrated Manual of the Middle Russia Plants. Vol. 3: Angiosperms (bipartite: separate petal) / I.A.Gubanov, K.V. Kiseleva, V.S. Novikov, V.N. Tikhomirov - Moscow: Partnership of scientific publications KMK, Institute of Technological Studies. 2004. Pp.105.

УДК 612:159.91:615.3

UDC 612:159.91:615.3

Д.Р. ХУСАИНОВ

кандидат биологических наук, доцент, кафедра физиологии человека и животных и биофизики, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского
E-mail: gangliu@yandex.ru

И.И. КОРЕНЮК

доктор биологических наук, профессор, кафедра физиологии человека и животных и биофизики, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

И.В. ЧЕРЕТАЕВ

кандидат биологических наук, научный сотрудник, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

О.В. КАТЮШИНА

кандидат биологических наук, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

О.И. КОЛОТИЛОВА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра медико-биологических основ физической культуры, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

D.R. KHUSAINOV

Candidate of Biology, Associated professor, department of human and animal physiology and biophysics, Taurida National University named after V.I. Vernadsky
E-mail: gangliu@yandex.ru

I.I. KORENIUK

Candidate of Biology, Professor, department of human and animal physiology and biophysics, Taurida National University named after V.I. Vernadsky

I.V. CHERETAEV

Candidate of Biology, Research scholar, Taurida National University named after V.I. Vernadsky

O.V. KATIUSHINA

Candidate of Biology, Taurida National University named after V.I. Vernadsky

O.I. KOLOTILOVA

Candidate of Biology, Associated professor, department of medical and biological bases of physical culture, Taurida National University named after V.I. Vernadsky

ОСОБЕННОСТИ ПСИХОАКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АСПИРИНА В УСЛОВИЯХ БЛОКАДЫ D_2 -, $5HT_3$ - И $5HT_4$ -РЕЦЕПТОРОВ

THE ROLE OF D_2 -, $5HT_3$ - AND $5HT_4$ -RECEPTORS IN GENERATION ASPIRIN'S PSYCHOACTIVE EFFECT

Выяснено, что аспирин (Asp) оказывает существенные психоактивные эффекты в широком диапазоне доз, в том числе и в сверхмалых. Показано, что антистрессорное влияние Asp в существенной степени связано с функциональным состоянием D_2 -рецепторов; антидепрессантное – с D_2 -рецепторами и $5HT_4$ -рецепторами; а при блокировании $5HT_3$ - и $5HT_4$ -рецепторов анксиогенное влияние Asp меняется на анксиолитическое.

Ключевые слова: аспирин, психоактивные эффекты, D_2 -рецепторы, $5HT_3$ -рецепторы и $5HT_4$ -рецепторы.

It was found that aspirin (Asp) provides significant psychoactive effects in a wide range of doses. Anti-stress effect of Asp substantially associates with the functional state of D_2 -receptors, antidepressant effect depends from the functional state of D_2 -receptors and $5HT_4$ -receptors. Also it was found that the anxiogenic effect of Asp changes to anxiolytic after the blocking of $5HT_3$ - and $5HT_4$ -receptors.

Keywords: aspirin, psychoactive effects, D_2 -, $5HT_3$ - and $5HT_4$ receptors.

Введение

В настоящее время одной из актуальных проблем физиологии и медицины является исследование особенностей и механизма действия различных доз биологически активных веществ, в том числе и сверхмалых (СМД) [1, 2, 6-9, 14]. Перспективными в этом отношении являются аспирин (Asp) и его производные, так как ацетилсалицилаты в стандартных дозах (СД) обладают обширным спектром физиологических эффектов, которые могут проявляться и в СМД.

В отношении Asp известно, что в СД он оказывает противовоспалительное, противоболечное и даже психоактивное действия, в том числе и антидепрессантное [8, 9]. При этом, согласно моноаминергической теории [16], ключевым фактором в формировании и проявлении страха, тревожности, депрессии и других поведенче-

ских актов является нейрохимический баланс норадреналин-, дофамин- и серотонинергической систем мозга, а его изменение может лежать в основе механизмов физиологических эффектов многих химических агентов [12, 15, 16], в частности ацетилсалицилатов. В связи с этим данная работа направлена на раскрытие зависимости психоактивного действия Asp от функционального состояния D_2 -, $5HT_3$ - и $5HT_4$ -рецепторов.

Методика

Исследования проводились на 250 белых беспородных крысах (самцах) массой 200-240 г, содержащихся в стандартных условиях вивария [3], по 5 животных в пластиковом ящике размером 40х30х20 см. Все животные представляли собой однородную выборку со средней двигательной активностью и средней депрес-

Таблица 1.

Дозы аспирина

Дозы	Стандартные (СД)		«Промежуточная» (Пром.)	Сверхмалые (СМД)		
мг/кг	40	15	40×10 ⁻⁵	40×10 ⁻⁸	40×10 ⁻¹⁰	40×10 ⁻¹³

сивностью [11]. Для внутрибрюшинного введения Asp (фирма “Merk”, Германия) растворяли в физиологическом растворе за час до начала эксперимента в диапазоне доз, которые указаны в таблице 1.

При этом Asp разводился до сверхмалых доз с помощью метода Ганемана, согласно которому осуществляли последовательные десятичные разведения (1 часть материнского раствора на 9 частей растворителя) со встряхиванием и использованием для каждого отдельных пробирок, так называемый процесс потенциирования [10, 13].

Для регистрации поведенческой активности животных использовались стандартные тесты: открытое поле, черно-белая камера, вынужденного плавания (тест Порсолта).

Экспериментальная часть работы состояла из двух последовательных этапов: на первом этапе использовалось 7 групп крыс по 10 особей в каждой. Одна группа животных являлась контрольной, шесть остальных – экспериментальными. Исследование проводилось в утреннее время, по истечению 1 часа после кормежки. Экспериментальным группам крыс внутрибрюшинно за 30 минут до тестирования в объеме 0,2 мл вводили Asp в дозах, которые указаны в таблице 1. Животным контрольной группы вводили эквивалентный объем физиологического раствора.

На втором этапе экспериментов повторяли указанные действия, но уже на фоне блокирования D_2 -, $5HT_3$ - и $5HT_4$ -рецепторов. Блокирование перечисленных рецепторов осуществляли следующим образом: в течение трех дней до эксперимента 6 группам крыс вводили блокатор D_2 -рецепторов галоперидол в дозе 2,5 мг/кг («Здоров'я народу», Украина), другим 6 группам – $5HT_3$ -рецепторов осетрон в дозе 2 мг/кг («Д-р Редис Лабораторис Лтс», Индия) и последним 6 группам – $5HT_4$ -рецепторов L-лизин в дозе 11,2 мг/кг («Merk», Германия). Контрольной группе крыс на протяжении равного периода времени ежедневно однократно вводили 0,2 мл физиологического раствора.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью критерия Манна-Уитни. Для удобства иллюстрации полученных данных все средние показатели были переведены в проценты по отношению к контролю, значения которого были приняты за 100 %.

Проведение исследований одобрено Комитетом по биоэтике Таврического национального университета им. В.И. Вернадского (протокол № 3 от 20.09.2012).

Результаты исследования

Начнем рассмотрение результатов с дозы Asp 40×10^{-5} мг/кг, которая по литературным данным [2, 6, 7], входит в диапазон так называемой «мертвой зоны» – зоны отсутствия видимых биологических эффектов. Результаты настоящей работы показали (рис. 1, 2), что Asp в дозе 40×10^{-5} мг/кг во всех тестах не вызывал достоверных изменений поведенческих актов животных. Таким образом, наши данные полностью совпали с литературными и указывают на наличие «мертвой зоны», которая проявляется и при снижении доз Asp.

В тесте открытое поле под влиянием Asp изменялось только два поведенческих показателя крыс: горизонтальная двигательная активность (ГДА) и исследовательская активность (ИА). При чем, ГДА (рис. 1) достоверно изменялась только в двух СМД 40×10^{-10} и 40×10^{-13} мг/кг, в которых данный показатель увеличился в 2 и 2,5 раза ($p \leq 0,05$), соответственно. Опираясь на литературные данные [11], полученный нами результат дает основание считать, что в диапазоне СМД у Asp проявляется антистрессорный эффект, отсутствующий в СД.

Как видно из рисунка 1, ИА достоверно снижалась в СД (40 и 15 мг/кг) на 52 % и 47 % ($p \leq 0,05$) соответственно, и в одной СМД дозе 40×10^{-8} мг/кг – на 40 % ($p \leq 0,05$). Известно, что ИА является обратнопропорциональным маркером уровня тревожности животных, т.е. чем выше данный показатель, тем ниже уровень тревожности крыс [11]. Следовательно, в указанных дозах мы наблюдаем выраженное анксиогенное влияние аспирина, которое прекращает проявляться начиная с дозы 40×10^{-10} мг/кг.

В тесте Порсолта Asp во всех использованных дозах (кроме 40×10^{-5} мг/кг) увеличивал время активного плавания (ВАП) крыс по сравнению с контролем (рис. 2). Это указывает на наличие у Asp антидепрессантного эффекта, т.к. в тесте Порсолта увеличение времени активного плавания является маркером антидепрессантного влияния [11]. При этом максимальная антидепрессантная активность Asp отмечена для двух доз: 40 мг/кг (СД) и 40×10^{-13} мг/кг (СМД), в которых время активного плавания превышает значения контрольной группы на 20 и 22 % соответственно.

В тесте черно-белая камера психоактивные эффекты Asp не проявлялись. В связи с этим дальнейшее исследование с применением блокаторов рецепторов в данном тесте не проводилось.

В следующей части работы мы сосредоточим свое внимание на сравнении направленности эффектов Asp при его действии на нативных крыс и в условиях блокады рецепторов моноаминергических систем мозга.

Психоактивные эффекты Asp при блокировании D_2 -рецепторов. Из таблицы 2 видно, что при действии Asp, на фоне блокирования D_2 -рецепторов наблюдалось мощное анксиогенное влияние, которое проявлялось в существенном подавлении (в двое и более раз) ИА во всех исследованных дозах. Также во всех дозах происходило выраженное угнетение ГДА, что указывает на полную потерю антистрессорной активности Asp (табл. 2).

При блокаде D_2 -рецепторов антидепрессантный эффект Asp исчезал (табл. 2) и ВАП животных экспериментальных групп не отличалось от контрольных.

Таким образом, на фоне блокирования D_2 -рецепторов анксиогенное действие Asp не только сохраняется, но и даже усиливается, а антистрессорное и антидепрессантное исчезает (табл. 3). Представленные результаты свидетельствуют, что психоактивные эффекты Asp в существенной степени связаны с функциональным состоянием D_2 -рецепторов дофаминергической системы.

Таблица 2.

Психоактивные эффекты аспирина (Asp) в норме и при блокаде D₂-, 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов

Дозы Asp, мг\кг	Asp, %	Asp+гал, %	Asp+ос, %	Asp+лиз, %
40	ИА=42 ГДА=105 ВАП=120	ИА=20 ГДА=13 ВАП=105	ИА=407 ГДА=350 ВАП=130	ИА=145 ГДА=117 ВАП=103
15	ИА=58 ГДА=103 ВАП=110	ИА=41 ГДА=55 ВАП=100	ИА=347 ГДА=270 ВАП=118	ИА=155 ГДА=124 ВАП=102
40x10 ⁻⁸	ИА=62 ГДА=110 ВАП=115	ИА=35 ГДА=83 ВАП=95	ИА=580 ГДА=500 ВАП=118	ИА=270 ГДА=180 ВАП=108
40x10 ⁻¹⁰	ИА=93 ГДА=195 ВАП=110	ИА=40 ГДА=87 ВАП=102	ИА=502 ГДА=480 ВАП=112	ИА=160 ГДА=203 ВАП=101
40x10 ⁻¹³	ИА=100 ГДА=252 ВАП=122	ИА=60 ГДА=98 ВАП=104	ИА=500 ГДА=520 ВАП=120	ИА=181 ГДА=196 ВАП=107

Примечания: Asp+гал, Asp+лиз, Asp+ос – эффекты аспирина в условиях блокады D₂-рецепторов, 5HT₃-рецепторов и 5HT₄-рецепторов соответственно; ИА – исследовательская активность; ГДА – горизонтальная двигательная активность; ВАП – время активного плавания. Все данные представлены относительно контроля, значения которого приняты за 100 %. Жирным шрифтом выделены достоверные отличия экспериментальных групп от контрольной, при p ≤ 0,05.

Таблица 3.

Изменение психоактивного действия аспирина (Asp) при блокировании D₂-рецепторов

Вещество \ Эффект	Антистрессорный		Анксиогенный		Антидепрессантный	
	Asp	Asp+гал	Asp	Asp+гал	Asp	Asp+гал
СД	–	–	+	↑	+	–
СМД	+	–	+	↑	+	–

Примечания: + – наличие эффекта, ↑ – усиление, «–» – отсутствие; СД – стандартные дозы, СМД – сверхмалые дозы, остальные обозначения те же, что и в таблице 2.

Психоактивные эффекты Asp при блокировании 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов

При блокировании 5HT₃-рецепторов, как и 5HT₄-рецепторов, анксиогенное влияние Asp во всех использованных дозах менялось на анксиолитическое (табл. 4), что выражалось в существенном увеличении ИА (табл. 2). При этом на фоне блокирования 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов у Asp в СД было отмечено появление антистрессорного действия и его усиление во всех СМД (табл. 4). Следовательно, данные факты указывают на тесную взаимосвязь анксиогенного и антистрессорного влияния Asp с функциональной активностью 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов.

При блокировании 5HT₃-рецепторов антидепрессантная активность Asp сохранялась, но подавлялась на фоне блокады 5HT₄-рецепторов (табл. 2, 4). На основании полученных данных можно считать, что антидепрессантный эффект Asp в существенной степени определяется функционированием 5HT₄-рецепторов

и не зависит от функционального состояния 5HT₃-рецепторов серотонинергической системы.

Итак, результаты настоящей работы показывают, что Asp не только в СД, но и в СМД проявляет выраженные психоактивные эффекты. В динамике доза-эффект от СД к СМД наблюдается исчезновение физиологической активности Asp в дозе 40x10⁻⁵ мг/кг, которая попадает в известный диапазон «мертвая зона», определяемый многими авторами [2, 6, 7, 10].

При рассмотрении динамики изменения ГДА (рис. 1) можно отметить следующую закономерность: в тех дозах, в которых аспирин проявляет анксиогенное действие, наблюдается только тенденция к увеличению ГДА – антистрессорный эффект отсутствует. В двух СМД (40x10⁻¹⁰ и 40x10⁻¹³ мг/кг) анксиогенный эффект аспирина исчезает и начинает проявляться антистрессорное влияние – ГДА увеличивается в 2 и 2,5 раза, соответственно. Таким образом, мы склонны думать, что

Таблица 4.

Изменение психоактивного действия аспирина (Asp) при блокировании 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов

Вещество \ Эффект	Антистрессорный			Анксиогенный			Антидепрессантный		
	Asp	Asp+ос	Asp+лиз	Asp	Asp+ос	Asp+лиз	Asp	Asp+ос	Asp+лиз
СД	–	+	+	+	▼	▼	+	–	–
СМД	+	↑	↑	+	▼	▼	+	–	–

Примечания: Asp+ос – эффекты аспирина в условиях блокады 5HT₃-рецепторов, Asp+лиз – эффекты аспирина в условиях блокады 5HT₄-рецепторов, ▼ – изменения эффекта на анксиолитический, остальные обозначения те же, что к табл. 3.

в стандартных дозах антистрессорное влияние Asp «маскируется» его мощным анксиогенным воздействием. Учитывая тот факт, что в норме анксиогенное влияние можно считать негативным, а антистрессорное — позитивным [11, 12], очевидным становится утверждение об исчезновении в СМД негативных эффектов Asp.

В работе получены весомые аргументы в пользу тесной взаимосвязи между антистрессорной и антидепрессантной активностью Asp. Следует сказать, что указанная пара эффектов хоть и не является обязательной, но такое сочетание встречается достаточно часто [5]. Нами также получены экспериментальные свидетельства в пользу того, что психоактивные эффекты Asp тесно связаны с функционированием дофаминергической системы, в частности с D₂-рецепторами. Так, при их блокировании указанные эффекты Asp полностью исчезали. Именно этот результат и дает нам основания утверждать, что в основе психоактивных эффектов Asp лежат дофаминергические механизмы.

Показано, что при блокаде 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов антистрессорное влияние Asp сохранялось, но в этих же

условиях анксиогенное действие менялось на анксиолитическое. По нашему мнению, описанный результат можно объяснить следующим образом: 1) антистрессорное влияние Asp не зависит (слабо зависит) от функциональной активности 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов; 2) анксиогенный эффект Asp не связан с 5HT₃- и 5HT₄-рецепторами или, наоборот, реализуется посредством их стимуляции.

В тесте Порсолта при блокаде 5HT₃-рецепторов влияние Asp сохранялось неизменным, но при блокаде 5HT₄-рецепторов его антидепрессантный эффект исчезал. Полученные данные указывают на то, что антидепрессантный эффект Asp не связан с 5HT₃-рецепторами, но зависит от функционального состояния 5HT₄-рецепторов.

Выявлено, что антистрессорный эффект Asp в существенной степени зависит от функционального состояния D₂-рецепторов дофаминергической системы и антидепрессантный — от D₂- и 5HT₄-рецепторов. Показано, что анксиогенное влияние Asp меняется на анксиолитическое при блокировании 5HT₃- и 5HT₄-рецепторов.

Библиографический список

1. Айрапетян С. Н. Новая теория метаболической регуляции функциональной активности мембран. Метаболическая регуляция функции мембран. Ереван: Изд. АН Армении, 1990. С. 8-32.
2. Ашмарин И.П. К вопросу о развитии проблемы эффективности сверхмалых доз биологически активных соединений. Российский химический журнал 1999; 37, №5. С. 21-28.
3. Афтанас Л. И., Лотова Н. В., Кошкароев В. И. и др. Центральные линейные и нелинейные корреляты индивидуальных стилей переживания тревожности. Бюллетень СО РАМН 1998, №2. С. 128-144.
4. Баркаган З.С., Котовицкова Е.Ф. Сравнительный анализ основных и побочных эффектов различных форм ацетилсалициловой кислоты. Клиническая фармакология и терапия 2004; 13, №3. С. 1-4.
5. Бенкович Б. И. Психофармакологические препараты и нервная система (руководство для врачей). Ростов-на-Дону: Феникс, 1999.
6. Бурлакова Е. Б. Сверхмалые дозы — загадка природы. Экология и жизнь 2000. № 2. С. 36-48.
7. Бурлакова Е.Б. Сверхмалые дозы в лаборатории 2000; №1. С. 22-24.
8. Дейл М. М., Формен Дж. К. Руководство по иммунофармакологии. М.: Медицина, 1998.
9. Духович Ф.С. Количественный подход к определению понятия «сверхмалые дозы лекарственных веществ и ядов». // Российский химический журнал 1999; 43, №5. С. 12-14.
10. Иванова К. Г. Справочное пособие по гомеопатии. Ставрополь: АСОК-ПРЕСС, 1991.
11. Калыев А.В. Проблемы изучения стрессорного поведения. К.: Центр физиолого-биохимических проблем, 1998.
12. Машковский М. Д. Лекарственные средства: в 2 т. М.: Изд-во Новая Волна, 2002.
13. Ганеман Самуил. Органон врачебного искусства. А.В.Высочанского, О.А.Высочанской (пер. с англ.), А.В.Высочанский (под ред.) М.: Фирма «Атлас», 1992.
14. Тоцилкина Л.П. Феномен сверхмалых доз, гомеопатия и ФОВ. Химическая и биологическая безопасность 2007; 1(31): С. 4-14.
15. Kontkanen O. Antipsychotic drug treatment induces differential gene expression in the rat cortex. J. Neurochem 2002; 83. Pp. 1043-1053.
16. Moskowitz M.A. Advances in understanding chronic pain: mechanisms of pain modulation and relationship to treatment. Neurology 2002, 59: 5: (Suppl 2). Pp. 1-7.

References

1. Ayrapetyan S. N. New theory of metabolic regulation of functional activity of membranes. Metabolic regulation of function of membranes. Eriyan: Academy of Sciences of Armenia, 1990. Pp. 8-32.
2. Ashmarin I.P. To the question about the development of efficiency problem of midget doses of biologically active connections. Russian chemical journal 1999; 37, 5. Pp. 21-28.
3. Aftanas L. I. Lotova N. V., Koshkarov V. I. etc. Central linear and nonlinear correlates of individual styles of experience of uneasiness. The bulletin of the Siberian branch the Russian Academy of Medical Science 1998, N 2. Pp. 128-144.
4. Barkagan Z.S. Kotovshchikova E.F. Comparative analysis of the main and side effects of various forms of acetilsalicylic acid. Clinical pharmacology and therapy 2004; 13, 3. Pp. 1-4.
5. Benkovich B. I. Psychopharmacological preparations and nervous system (the management for doctors). Rostov-on-Don: Phoenix, 1999.
6. Burlakova E. B. Midget doses — a nature riddle. Ecology and life 2000; N 2. Pp. 36-48.
7. Burlakova E.B. Midget doses in laboratory 2000; N 1. Pp. 22-24.
8. Deyl M. M., Formen Dzh. K. Guidance on immune-pharmacology. M.: Medicine, 1998.
9. Dukhovich F.S. Quantitative approach to the definition of the concept “midget doses of medicinal substances and poisons” // Russian chemical journal 1999; 43, N 5. Pp. 12-14.
10. Ivanova K. G. The handbook on homeopathy. Stavropol: ASOK-PRESS, 1991.
11. Kaluyev A.V. Problems of studying of stressor behavior. Book: Center of physiologic and biochemical problems, 1998.
12. Mashkovsky M. D. Medicines: in 2 volumes M.: Publishing house Novaya Volna, 2002.
13. Ganeman Samuil. Organon of A.V.Vysochansky's medical art. A.V.Vysochansky, O.A.Vysochanskaya (translation From English), A.V.Vysochansky (under edition). M.: Firm 'Atlas', 1992.
14. Tochilkina L.P. Phenomenon of midget doses, homeopathy and organophosphorus substances. Chemical and biological safety. 2007; 1(31). Pp. 4-14.
15. Kontkanen O. Antipsychotic drug treatment induces differential gene expression in the rat cortex. J. Neurochem 2002; 83: 1043-1053.
16. Moskowitz M.A. Advances in understanding chronic pain: mechanisms of pain modulation and relationship to treatment. Neurology 2002, 59: 5: (Suppl 2): 1-7.

В.В. ЧУПАК

кандидат фармацевтических наук, доцент, кафедра общей, биологической, фармацевтической химии и фармакогнозии, Орловский государственный университет
E-mail provisorv@orel.ru

V.V. CHUPAK

Candidate of Pharmaceutical Sciences, associate professor, Department of inorganic chemistry, biochemistry, pharmaceutical chemistry and pharmacognosy, Orel State University
E-mail provisorv@orel.ru

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСТЕМПОРАЛЬНОЙ РЕЦЕПТУРЫ МУНИЦИПАЛЬНОЙ АПТЕКИ МУП «АПТЕКА №1» Г. ОРЛА
THE STUDY OF EXTEMPORAL PRESCRIPTIONS OF MUNICIPAL PHARMACY MUP «PHARMACY N 1», OREL

В статье в виде таблиц представлены результаты изучения экстенпоральной рецептуры МУП «АПТЕКА №1» г. ОРЛА. Указаны причины, по которым необходимо систематически проводить анализ экстенпоральной рецептуры производственных аптек всех форм собственности.

Ключевые слова: анализ, жидкие, мягкие, твердые, лекарственные формы, лекарственные формы для взрослых, лекарственные формы для детей.

In the article the results of the study of extemporal prescriptions of MUP «PHARMACY N 1», Oryol, are presented in the form of tables. The reasons why it is necessary to analyze systematically the extemporal prescriptions of compounding pharmacies of all ownership forms are stated.

Keywords: analysis, liquid form, soft form, hard form, pharmaceutical formulation, pharmaceutical formulations for adults, pharmaceutical formulations for children.

Своевременность оказания медицинской помощи играет большое значение в лечении заболеваний. Для того, чтобы своевременно помочь больному, необходимо заранее спрогнозировать спрос на фармацевтическую продукцию, знать её ассортимент. Часть экстенпоральной рецептуры необходимо переводить во внутриаптечную заготовку и фасовку. От этого растёт производительность труда сотрудников аптеки, это положительно сказывается на экономических показателях аптечного предприятия.

Состав экстенпоральной рецептуры лабилен, он может значительно изменяться в зависимости от сезона года, появления новых лекарственных прописей и препаратов, изменения законодательства, конкуренции со стороны других аптечных предприятий, изменения предпочтений врачей, деятельности торговых представителей фармацевтических компаний. Периодическое изучение экстенпоральной рецептуры необходимо для

более полного и своевременного оказания помощи населению, выявлению малоэффективных и устаревших препаратов и ЛФ, выявления новых лекарственных форм, которые можно вводить во внутриаптечную заготовку и фасовку.

Целью работы являлось всестороннее изучение и анализ экстенпоральной рецептуры муниципальной аптеки МУП «Аптека №1» г. Орла. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

1. Сделана посезонная выборка и разделена рецептура по видам лекарственных форм, по возрасту потребителей, по спискам препаратов, разбита на сложную и простую;

2. Для улучшения изучения рецептуры её состав представлен в таблицах.

Отметим, что всего за указанный период аптекой было изготовлено 1235 экстенпоральных ЛФ различных видов.

Анализ лекарственных форм за период Июнь/июль/ август 2012 года

Твердые ЛФ	Количество	%	Мягкие ЛФ	Количество	%	Жидкие ЛФ	Количество	%
	77	6,04		104	8,16		1094	85,80
Итого 1275 ЛФ (100%)								

Твердые лекарственные формы

Простые	%	Сложные			
		2-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
65	84,41	6	7,79	6	7,79
Итого 77 ЛФ					

детские	%	взрослые	%
13	6,88	64	3,12

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
9	1,69	11	4,29	57	4,02

Внутренние	%	Наружные	%
70	90,91	7	9,09

Мягкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
14	3,46	22	1,15	4	3,85	64	61,54
Итого 104 ЛФ							

линименты	%	мази	%	пасты	%
2	1,92	101	97,12	1	0,96

Жидкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
561	51,28	165	15,08	111	10,15	257	23,49
Итого 1094 ЛФ							

детские	%	взрослые	%
352	32,18	742	67,82

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
1	0,09	20	0,83	1073	99,08

Внутренние	%	Наружные	%
118	10,79	976	89,21

Анализ лекарственных форм за период сентябрь/октябрь/ноябрь 2012

Твердые ЛФ	%	Мягкие ЛФ	%	Жидкие ЛФ	%
99	7,40	91	6,81	1147	85,79
Итого 1337 ЛФ (100%)					

Твердые лекарственные формы

Простые	%	Сложные							
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	4-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
82	82,83	9	9,09					8	8,08
Итого 99 ЛФ									

детские	%	взрослые	%
22	22,22	77	77,78

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
8	8,08	13	13,13	78	78,79

Внутренние	%	Наружные	%
81	81,82	18	18,18

14.00.00 – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ
14.00.00 – MEDICAL SCIENCES

Мягкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
8	8,79	19	0,88	3	3,30	61	67,03
Итого 91 ЛФ							

линименты	%	мази	%	пасты	%
3	3,30	87	95,60	1	1,10

Жидкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
596	51,96	181	15,78	117	10,20	253	22,06
Итого 1147 ЛФ							

детские	%	взрослые	%
368	32,08	779	67,92

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
1	0,09	27	2,35	1119	97,56

Внутренние	%	Наружные	%
145	12,64	1002	87,36

Анализ лекарственных форм за период декабрь/январь/февраль 2013

Твердые ЛФ	%	Мягкие ЛФ	%	Жидкие ЛФ	%
69	5,85	93	7,89	1017	86,26
Итого 1179 ЛФ (100%)					

Твердые лекарственные формы

Простые	%	Сложные							
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	4-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
60	86,96	4	5,80					5	7,25
Итого 69 ЛФ									

детские	%	взрослые	%
11	15,94	58	84,06

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
6	8,70	9	13,04	54	78,26

Внутренние	%	Наружные	%
63	91,30	6	8,70

Мягкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
10	10,75	21	22,58	3	3,23	59	63,44
Итого 93 ЛФ							

линименты	%	мази	%	пасты	%
1	1,08	91	97,84	1	1,08

Жидкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
543	53,39	160	15,73	104	10,23	210	20,65
Итого 1017 ЛФ							

детские	%	взрослые	%
284	27,93	733	72,07

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
1	0,10	15	1,47	1001	98,43

Внутренние	%	Наружные	%
80	7,87	937	92,13

Анализ лекарственных форм за период март/апрель/май 2012

Твердые ЛФ	%	Мягкие ЛФ	%	Жидкие ЛФ	%
107	7,70	117	8,42	1166	83,88
Итого 1390 ЛФ (100%)					

Твердые лекарственные формы

Простые	%	Сложные							
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	4-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
77	71,96	16	14,95					14	13,08
Итого 107 ЛФ									

детские	%	взрослые	%
26	24,30	81	75,70

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
13	12,15	19	17,76	75	70,09

Внутренние	%	Наружные	%
93	86,92	14	13,08

Мягкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
9	7,69	25	21,37	7	5,98	76	64,96
Итого 117 ЛФ							

линименты	%	мази	%	пасты	%
2	1,71	114	97,44	1	0,85

Жидкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
596	51,11	184	15,78	125	10,72	261	22,38
Итого 1166 ЛФ							

14.00.00 – МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ
14.00.00 – MEDICAL SCIENCES

детские	%	взрослые	%
394	33,79	772	66,21

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
2	0,17	29	2,49	1135	97,34

Внутреннее	%	Наружное	%
157	13,46	1009	86,54

Анализ лекарственных форм за весь период с марта 2012 по февраль 2013

Твердые ЛФ	%	Мягкие ЛФ	%	Жидкие ЛФ	%
352	6,79	405	7,82	4424	85,39
Итого 5181 ЛФ(100%)					

Твердые лекарственные формы

Простые	%	Сложные							
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	4-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
284	80,68	35	9,94	-	-	-	-	33	9,38
Итого 352 ЛФ									

детские	%	взрослые	%
72	20,45	280	79,55

Список 1 Ядовитые	%	Список 2 Сильнодействующие	%	Общий список	%
36	10,23	52	14,77	264	75

Внутренние	%	Наружные	%
307	87,22	45	12,78

Мягкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х-компонентные	%	3-х-компонентные	%	Многокомпонентные	%
41	10,12	87	21,48	17	4,2	260	64,2
Итого 405 ЛФ							

линименты	%	мази	%	пасты	%
8	1,98	393	97,04	4	0,99

Жидкие лекарственные формы

Простые	%	Сложные					
		2-х компонентные	%	3-х компонентные	%	Многокомпонентные	%
2296	51,90	690	15,60	457	10,33	981	22,17
Итого 4424 ЛФ							

детские	%	взрослые	%
1398	31,60	3026	68,40

Список 1. Ядовитые	%	Список 2. Сильнодействующие	%	Общий список	%
5	0,11	91	2,06	4328	97,83

Внутренние	%	Наружные	%
500	11,30	3924	88,70

Библиографический список

1. Отраслевой стандарт ОСТ 91500.05.0007-2003 «Правила отпуска (реализации) лекарственных средств в аптечных организациях. Основные положения», утвержденный Приказом Минздрава России от 04.03.2003 N 80 (зарегистрировано в Минюсте РФ 17 марта 2003 г. N 4272).
2. Сборник основных нормативных документов для фармацевтических организаций (с дополнениями и изменениями на 01.04.05 г). - ОГУП «Центр фармацевтической информации», Новосибирск, 2005.
3. Федеральный закон «О лекарственных средствах» от 22.06.1998 № 86-ФЗ (в ред. Федеральных закона от 22.08.2004 г. № 122-ФЗ).
4. Приказ МЗ РФ от 13.11. 1996 г. № 377. «Об организации хранения в аптечных учреждениях различных групп лекарственных средств и изделий медицинского назначения».
5. Приказ МЗ РФ от 13.03.2002 г. «Об утверждении отраслевого стандарта» «Правила оптовой торговли лекарственными средствами. Основные положения» (в ред. Приказа Минздрава РФ от 28.03.2003 г. № 130).
6. Приказ МЗ РФ от 05.11. 1997 № 309 «Об утверждении инструкции по санитарному режиму аптечных организаций (аптек)» в ред. Приказа Минздрава РФ от 24.04.2003 № 172.

References

1. Industry Standard OST 91500.05.0007-2003 “Rules of realization of drugs in pharmacy organizations. Summary” approved by the Order of the Russian Ministry of Health of 04.03.2003 N 80 (registered with the Ministry of Justice on March 17, 2003 N 4272).
 2. The collection of basic regulations for pharmaceutical organizations (with additions and amendments on 01.04.2005). - OGUP “Center for Pharmaceutical Information”, Novosibirsk, 2005.
 3. The Federal Law “On medicines” from 22.06.1998 N86-FZ (amended Federal Law of 22.08.2004 N 122-FZ).
 4. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation from 13.11. 1996 N 377. “On the organization of storage in retail establishments of different groups of drugs and medical devices.”
 5. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation from 13.03.2002 “On approval of the industry standard collection” “Rules of wholesale drugs. General Provisions “(in the edition Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of 28.03.2003 N 130).
 6. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation from 05.11. 1997 N 309 “On approval of the Instruction for the sanitary regime drugstores (pharmacies)” in edition Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of 24.04.2003 N 172.
-

УДК 616.516.5-053.2:612.017.1

UDC 616.516.5-053.2:612.017.1

В.Е. ШАРОБАРО

доктор медицинских наук, профессор, зав кафедрой детских болезней, Смоленская государственная медицинская академия

Г.Н. ФЕДОРОВ

кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, Смоленская государственная медицинская академия

В.Н. ГРИГОРЬЕВА

кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, Смоленская государственная медицинская академия
E-mail: valentinagrigorev@yandex.ru

Н.М. СОСНИНА

врач-педиатр, поликлиника №4, г. Смоленск

А.В. АЛЕХНОВИЧ

кандидат медицинских наук, докторант, кафедра хирургии, Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова

V.E. SHAROBARO

Doctor of medical sciences, professor, head of the chair of children's diseases, Smolensk state medical academy

G.N. FEDOROV

Candidate of medical sciences, senior researcher of Smolensk state medical academy

V.N. GRIGORYEVA

Candidate of medical sciences, senior researcher of Smolensk state medical academy

E-mail: valentinagrigorev@yandex.ru

N.M. SOSNINA

pediatrician of polyclinics № 4, Smolensk

A.V. ALEKHNovich

Candidate of medical sciences, doctoral candidate of the chair of surgery, Moscow state medico-stomatological university named after A.I. Evdokimov

**КЛИНИКО-ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА У ДЕТЕЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ И СТАДИИ РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ**

**CLINICAL AND IMMUNOLOGICAL FEATURES OF ATOPIC DERMATITIS IN CHILDREN, DEPENDING
ON THE FORM AND STAGE OF THE DISEASE**

Исследовали субпопуляционный состав лимфоцитов периферической крови и уровень сывороточных иммуноглобулинов у детей с атопическим дерматитом (АД) в зависимости от стадии развития заболевания. Иммунопатологические показатели при АД различались в зависимости от возраста детей, длительности течения заболевания и могут быть использованы для составления прогноза течения заболевания и назначения адекватной терапии.

Ключевые слова: атопический дерматит, иммунная система, дети, субпопуляционный состав лимфоцитов, иммуноглобулины, прогноз и терапия.

In the present study subpopulations of lymphocytes in peripheral blood and serum immunoglobulins in children with atopic dermatitis (AD) depending on the stage of the disease were investigated. Immunological indicators in AD varied depending on the age of children, duration of the disease, and can be used for prognosis of AD and destination of appropriate therapy.

Keywords: atopic dermatitis, immune system, children, subpopulations of lymphocytes, immunoglobulins, prognosis and therapy.

АД является наиболее распространенной патологией в педиатрии вследствие неуклонного роста заболеваемости среди детского населения и тенденции к его более тяжелому течению [1]. Увеличилось количество детей с непрерывно рецидивирующим течением АД и присоединением вторичной бактериальной, грибковой и вирусной инфекций [2, 3], быстрым формированием хронических форм со стойкими изменениями на коже. Всё это резко снижает качество жизни больного и его родственников, ведёт к ограничению жизнедеятельности и социальной дезадаптации [4]. Для типичного АД характерны: возрастная стадийность воспаления, повышенная чувствительность к ограниченному количеству аллергенов (возможна моноаллергия) и длительное рецидивирующее течение [3,5].

Рост заболеваемости АД, по мнению многих авторов, связан с загрязнением окружающей среды, аллергизирующим действием некоторых новых продуктов питания, укорочением сроков грудного вскармливания, вакцинацией, а также увеличением лиц с генетической предрасположенностью к атопии [5, 11].

Согласно научно-практической программе по АД у детей (2000 год) с учетом особенностей течения заболевания выделяют три клинические формы болезни:

младенческую (от 2-3 месяцев до 3 лет), детскую (от 3 лет до 13 лет), подростковую (от 13 лет и старше). При младенческой форме преобладает экссудативная форма заболевания, воспаление носит острый или подострый характер и протекает с проявлениями гиперемии, отека, мокнутия и образования корок. Острая фаза воспаления, характеризуется интенсивным зудом, папулами и везикулами, располагающимися на эритематозной коже. Они часто сопровождаются выраженными эскориациями и эрозиями, выделением серозного экссудата. Типичная локализация – лицо, туловище, шея, разгибательные поверхности конечностей [8].

При детской форме помимо острых воспалительных явлений и экссудации на определённом этапе могут появляться явления лихенификации (утолщение и усиление кожного рисунка в результате постоянного расчесывания и растирания кожи). Наблюдаются папулы, бляшки, эрозии, эскориации, геморрагические корки.

Подростковая форма характеризуется стойкими явлениями лихенизации. Появляются крупные лихеноидные папулы, эскориации, геморрагические корки. Характерен стойкий белый дермографизм, кожные покровы сухие. Локализация поражений чаще – вокруг за-

пястей, на тыльной поверхности кистей, в локтевых и коленных сгибах [2,8].

Начальная фаза при младенческой форме имеет обратимый характер, острая фаза чаще всего переходит с возрастом в хроническую.

При детской форме происходит хронизация заболевания, сопровождающаяся наличием экссудативных проявлений и лихенизации кожи. Из-за полиморфизма клинических проявлений в этом периоде иногда сложно определить переход острой фазы в хроническую. Для подростковой формы АД характерна хроническая фаза воспаления кожи.

Разработка критериев для дифференцирования стадии патологического процесса при АД у детей, прогнозирование его течения являются актуальными задачами для своевременной профилактики и адекватной терапии.

Развитие аллергического воспаления при атопическом дерматите связывают с нарушением в иммунном ответе баланса лимфоцитов хелперов Th1/Th2-типа со сдвигом в сторону Т-хелперов 2го типа. Под действием набора цитокинов (ИЛ-3, ИЛ-4, ИЛ-5), секретируемых Th2 клетками, в процесс вовлекается весь спектр эффекторных клеток, являющихся атрибутом JgE опосредованного иммунного ответа, их пролиферация, созревание, тканевое распределение и активация [9].

Таким образом, определенные клеточные и гуморальные факторы иммунной системы, участвующие в «запуске» и хронизации воспаления кожи при АД, определяют различные пути иммунной активации. Их анализ может быть использован при разработке новых

методов лечения [10].

Цель исследования: изучение субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови и иммуноглобулинов сыворотки крови у детей с АД в зависимости от формы и стадии заболевания.

Материалом для исследования послужили данные 66 детей с АД в возрасте от 1 года до 18 лет. Пациенты были разделены на три возрастные группы: от 1 до 3 лет (21 человек), от 3 лет до 12 лет (32 человека) и от 13 до 18 лет (13 человек). Из общего числа пациентов девочек было 31 (48%), мальчиков – 34 (52 %). В контрольную группу для младенческой формы АД вошли 16 здоровых детей, для детской формы – 30 и для подростковой формы 30 здоровых детей того же возраста.

Субпопуляционный состав лимфоцитов определяли методом непрямой иммунофлюоресценции с помощью панели моноклональных антител (ООО «Сорбент», г. Москва). Уровень иммуноглобулинов крови классов А, М, G, Е в сыворотке крови определяли методом по Манчини. Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием непараметрических и параметрических критериев. Доверительные интервалы для средних величин вычисляли с заданным уровнем достоверности 0,95 ($p < 0,05$).

Анализ генеалогического анамнеза, состояния здоровья матерей до и во время беременности, особенности течения беременности и родов (таблица №1) показал, что дети матерей с отягощенным акушерско-гинекологическим анамнезом, имеющих различную соматическую патологию, испытывали внутриутробно действие различных неблагоприятных факторов, что

Таблица 1.

Особенности анамнеза детей с АД в возрасте от 6 месяцев до 18 лет

Факторы риска в формировании АД	Абсолютное количество	Количество в процентах
Со стороны матери		
Осложненный соматический анамнез	42	64%
Осложненный гинекологический анамнез	28	42%
Анемия во время беременности	8	12%
Перенесённые инфекционно-вирусные заболевания во время беременности	10	15%
Получали антибиотики во время беременности	3	8%
Угроза прерывания беременности на ранних сроках	8	12%
Токсикоз первой половины беременности	15	23%
Гестоз	18	27%
Слабость родовой деятельности, родостимуляция	8	12%
Со стороны ребенка		
Хроническая внутриутробная гипоксия	18	27%
Неонатальная желтуха в период новорожденности	30	45%
Анемия в период новорожденности	11	16%
Часто болеющие дети в раннем детском возрасте	26	39%
Неблагоприятные условия проживания	26	39%
Контакт с домашними животными	38	57%
Особенности вскармливания до первых проявлений АД		
На естественном вскармливании	15	23%
На искусственном вскармливании	21	32%
На смешанном вскармливании	30	45%

явилось причиной развития различных отклонений в состоянии здоровья новорожденных. Течение эмбрионального, интранатального и раннего неонатального периода развития ребенка влияет на его общее развитие, состояние его органов и систем, в первую очередь иммунной, и предопределяет развитие факторов, способствующих формированию различных заболеваний, в том числе и атопического дерматита.

Первые клинические проявления АД были выявлены на 3-4 месяце жизни у 85% исследуемых. Ранние признаки определялись у 36, 5% пациентов в виде гиперемии, мокнутия на щеках с образованием «молочной корки» и сыпи на туловище, ягодичах с экссудативным компонентом, но без выраженного зуда и беспокойства. У всех детей определялся красный или смешанный дермографизм. Обострения заболевания регистрировались 2-4 раза в год при погрешностях в диете.

У детей второй возрастной группы в возрасте от 3 до 13 лет в 98% случаев кожные покровы были сухие, покрыты большим количеством мелкопластинчатых и отрубевидных чешуек. Кроме того, у них отмечалась гиперемия кожи в локтевых, подколенных ямках, папуло-везикулёзные элементы на эритематозном фоне с экссудацией и инфильтрацией, мокнутие на щеках, гиперемия местами – на туловище, пациен-

ты отмечали сильный зуд. На местах вскрывшихся везикул появлялись эрозии, геморрагические корочки. Дермографизм чаще красный или смешанный.

Кожные проявления АД у детей третьей группы характеризовались сухостью кожных покровов, лихенификацией, наличием экскориаций и эритемы, снижением тургора и эластичности, бледностью кожных покровов. Дермографизм белый, стойкий. Локализация элементов – вокруг запястий, на тыльной поверхности кистей, в локтевых и коленных сгибах. Это соответствует переходу воспалительного процесса в хроническую фазу. Обострения заболевания регистрировались 2-3 раза в год при погрешностях в диете в 54% случаев, психоэмоциональных нагрузках у 26%, контакте с эпидермальными аллергенами – 6% детей второй группы, у 4 % обследованных этой группы детей отмечалась сезонность обострений, связанная с грибковой сенсибилизацией или чувствительностью к пыльце растений.

У всех детей с АД был исследован иммунный статус и изучен субпопуляционный состав лимфоцитов (CD3, CD4, CD8, CD23, CD95, CD71, CDDR) периферической крови в зависимости от стадии заболевания и формы течения болезни. Данные представлены в таблице № 2, 3, 4, 5.

Таблица 2.
Особенности субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови у детей с младенческой формой АД в зависимости от стадии заболевания

CD маркер	Начальная стадия n=7	Стадия выраженных проявлений	Стадия ремиссии n=5	Здоровые дети n=16
		Острая фаза n=9		
CD3	72.16±3.30**	65.37±2.78**	67,00±2,32*	64.8±1.2*
CD4	43.83±1.23*	42.25±1.39*	39,57±3,27	38.47±1.92*
CD8	29.00±1.01**	26.12±1.44**	23,75±2,28*	29.72±1.49*
CD20	16,01±1,54*	15,33±1,40**	14,75±1,18	12,33±0,88**
CD23	3.80±0.74*	7.71±0.97**	5,75±1,31**	1.36±0.07**
CD71	5.50±0.34***	3.71±0.37***	3,25±0,75**	1.69±0.08**
CD95	45.50±1.48***	37.57±1.19***	48,75±0,75**	20.33±1.12**
CDDR	17.83±0.93*	21.50±1.27**	20,01±1,27*	19.68±0.98**

Примечание: * различия в группах сравнения достоверны при $p < 0,05$.

Таблица 3.
Особенности субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови у детей с детской формой АД в зависимости от стадии заболевания

CD маркеры	Детская форма (3года- 13лет) n=27			
	Стадия выраженных проявлений		Стадия ремиссии n=5	Здоровые дети n=30
	Острая фаза n=14	Хроническая фаза n=13		
CD3	66.23±2.25*	66.75±2.25*	66.25±2.50*	63,4±2,16*
CD4	41.53±2.60	40.83±2.28*	37.50±1.55	37,95±1,78*
CD8	23.31±1.80**	25.83±1.47**	26.82±0.74	26,23±1,78*
CD20	12.15±0,51	16.33±0,78*	12,16±0,87	13,88±1,08*
CD23	5.07±0.97*	4.25±1.65*	5.12±0.12*	1,33±0,06*
CD71	2.90±0.81*	2.6±0.76*	2.76±0.54*	1,69±0,07*
CD95	42.25±1.58**	47.50±2.68**	40.14±0.88*	20,33±1,12*
CDDR	13.23±1.73**	15.50±1.03**	17.22±0.66	18,32±0,82*

Примечание: * различия в группах сравнения достоверны при $p < 0,05$.

Таблица 4.

Особенности субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови у детей с подростковой формой АД в зависимости от стадии заболевания

CD маркеры	Подростковая форма (13-18 лет) n=13		
	Стадия выраженных проявлений	Стадия ремиссии n=5	Здоровые дети n=30
	Хроническая фаза n=8		
CD3	66.00±1.61	66.33±0.17	65,37±2,21
CD4	35.81±1.17	39.67±1.02	36,19±1,69
CD8	23.33±0.38	26.63±1.42	23,33±1,12
CD20	13,01±0,68	13,22±0,72	13,01±0,68
CD23	3.00±0.66*	4.25±1.66	0,89±0,04*
CD71	5.53±1.25*	8.77±1.09*	1,62±0,07*
CD95	52.00±3.70**	41.55±1.44**	20.33±1.12*
CDDR	15.25±1.71*	14.67±0.38*	15,81±0,79*

Примечание: * различия в группах сравнения достоверны при $p < 0,05$.

Таблица 5.

Особенности субпопуляционного состава лимфоцитов периферической крови у детей с АД в зависимости от фазы воспалительного процесса

CD маркеры	Острая фаза		Хроническая фаза	
	Младенческая форма	Детская форма	Детская форма	Подростковая форма
CD3	65.37±2.78	66.23±2.25	66.75±2.25	66.00±1.61
CD4	42.25±1.39	41.53±2.60	40.83±2.28*	35.81±1.17*
CD8	26.12±1.44*	23.31±1.80**	25.83±1.47**	23.33±0.38**
CD20	15,33±1,40*	12.15±0,51**	16.33±0,78**	13,01±0,68**
CD23	7.71±0.97*	5.07±0.97*	4.25±1.65**	3.00±0.66**
CD71	3.71±0.37***	2.90±0.81*	2.6±0.76*	5.53±1.25*
CD95	37.57±1.19*	42.25±1.58*	47.50±2.68**	52.00±3.70***
CDDR	21.50±1.27*	13.23±1.73**	15.50±1.03**	15.25±1.71*

Примечание: * различия в группах сравнения достоверны при $p < 0,05$.

Младенческая форма АД у исследуемых характеризовалась начальной стадией и стадией выраженных проявлений (острая фаза воспаления). В начальную стадию АД у детей выявлялось достоверное повышение лимфоцитов, экспрессирующих CD3, CD4, CD20, CD23, CD71 CD95 маркеры и достоверное снижение клеток с CDDR маркерами в сравнении со здоровыми детьми (контрольная группа), тенденция к снижению количества CD8⁺ клеток. В стадию выраженных проявлений АД характерно увеличивалось содержания лимфоцитов, несущих CD4, CD20, CD23, CD71, CD95, CDDR маркеры, и снижалось число CD8⁺ клеток по сравнению с контрольной группой. В начальную стадию младенческой формы имело место повышение CD3⁺, CD8⁺, CD71⁺, CD95⁺ лимфоцитов и повышение содержания CD23⁺, CDDR⁺ лимфоцитов по сравнению с острой фазой стадии выраженных проявлений. В стадии ремиссии уровень CD3⁺, CD23⁺, CD71⁺, CD95⁺ лимфоцитов оставался повышенным по сравнению со здоровыми детьми, хотя экспрессия на CD3⁺, CD71⁺ снижалась по отношению к показателям в начальной стадии и стадии выраженных проявлений при младенческой форме АД.

Детская форма АД характеризовалась стадией выраженных проявлений с наличием двух фаз: острой и хронической и стадией ремиссии (полной и неполной). Для острой фазы было характерно достоверное повышение

CD3⁺, CD4⁺, CD23⁺, CD71⁺, CD95⁺ лимфоцитов и снижение CD8⁺, CDDR⁺ клеток по сравнению с контрольной группой. Для хронической фазы было характерно повышение количества CD3⁺, CD4⁺, CD20⁺, CD23⁺, CD71⁺, CD95⁺ лимфоцитов и снижение CDDR⁺ по сравнению со здоровыми детьми этого возраста. Сравнивая уровень экспрессии CD маркеров при в острой и хронической фазах детской формы, установлено повышение степени экспрессии CD8⁺, CD95⁺, CDDR в хронической фазе по сравнению с острой. В стадии ремиссии оставался повышенным уровень CD3⁺, CD23⁺, CD71⁺, CD95⁺ лимфоцитов, а уровень CDDR сниженным.

Подростковая форма у обследованных пациентов характеризовалась наличием только хронической фазы в стадии выраженных проявлений и стадией неполной ремиссии. В хроническую фазу происходит увеличение экспрессии на лимфоцитах CD23, CD71, CD95 маркеров по сравнению со здоровыми детьми. В стадию ремиссии оставалось повышенным количество CD23⁺, CD71⁺ лимфоцитов по сравнению с хронической фазой заболевания и по сравнению с показателями у детей из контрольной группы. Уровень экспрессии CD71 маркёров в стадии ремиссии был повышен по сравнению с контрольной группой и с его значениями в хронической фазе заболевания. Содержание CDDR клеток было снижено в стадии ремиссии по сравнению с контрольной

группой и практически не отличалось от показателей CDDR клеток в хронической фазе стадии выраженных проявлений заболевания. Количество CD95⁺ клеток оказалось выше в хронической фазе стадии выраженных проявлений, чем в стадии ремиссии, и достоверно увеличенным по сравнению с контрольной группой детей.

При сравнении степени экспрессии CD маркеров острой фазы заболевания в младенческой и детской форме установлено повышение уровня CD95 маркеров в острой фазе при детской форме заболевания в отличие от младенческой ($p<0,05$). Показатели CD8⁺, CD23⁺, CD71⁺, CD95⁺, CDDR⁺ лимфоцитов оказались меньше в острой фазе детской формы по сравнению с острой фазой младенческой формы АД ($p<0,05$).

Для хронической фазы при детской форме АД было характерно достоверное повышение содержания CD4⁺, CD8⁺ клеток по сравнению с хронической фазой в подростковой форме и снижение CD71⁺, CD95⁺, лимфоцитов. Содержание CDDR⁺, CD23⁺ клеток практически не изменялось.

У всех детей с АД было изучено количество иммуноглобулинов крови классов IgA, IgM, IgG, IgE (таб.№5) в сыворотке крови в зависимости от формы и стадии заболевания.

Уровень Ig A при младенческой форме АД был достоверно повышен в стадии выраженных проявлений по сравнению с уровнем Ig A у здоровых детей. При подростковой форме он достоверно снижался по сравнению с таковым у здоровых детей. Уровень Ig M при младенческой форме был достоверно увеличен и в стадии ремиссии, и в стадии выраженных проявлений в отличие от показателей в контрольной группе детей. Ig M

сыворотки крови у больных детской формой АД оставался повышенным по сравнению с контрольной группой детей, причём в хронической фазе воспаления он был достоверно выше, чем в острой. При подростковой форме АД уровень Ig G был значительно увеличен в отличие от здоровых детей того же возраста. Ig E сыворотки крови у больных АД был значительно увеличен по сравнению с таковым у здоровых детей. Причём в процессе перехода в подростковую форму (при переходе в хроническую фазу заболевания) уровень Ig E значительно увеличивался.

Таким образом, в процессе хронизации заболевания с возрастом происходит изменение клинической картины АД и запускается сложный каскад иммунологических процессов в организме. Младенческая форма АД характеризуется гиперактивацией В-клеточного звена и хелперно-индукторной субпопуляции Т лимфоцитов с резким повышением уровня клеток, несущих маркеры 1 и 2 этапов активации лимфоцитов, и снижением маркеров, отвечающих за апоптоз. При детской форме АД в острой фазе стадии выраженных проявлений картина сходная с младенческой формой, однако процессы активации уже не так ярко выражены. В хроническую фазу происходит постепенное снижение экспрессии активационных маркеров и повышение маркеров апоптоза. В подростковой форме наблюдается дальнейшее угнетение В-клеточного звена иммунитета и нарастание Т-лимфоцитов с повышением маркеров апоптоза.

Для гуморального иммунитета характерна гиперглобулинемия Ig E, некоторое снижение Ig A, повышенный уровень Ig M и Ig G.

Таблица 5.

Особенности изменения иммуноглобулинов крови у детей с АД в зависимости от формы и стадии заболевания

Форма АД	Стадия АД	Фаза АД	Ig A	Ig M	Ig G	Ig E
Младенческая форма n=21	Начальная стадия n=7		1,26±0,37*	3,30±0,61*	5,48±1,27	25,71±5,25
	Стадия выраженных проявлений	Острая фаза n=9	1,43±0,45*	2,54±0,45*	13,96±1,74*	93,56±37,47*
	Стадия ремиссии n=5		0,94±0,28	1,58±0,62	11,20±1,95*	85,20±19,72*
	Здоровые дети n=16		0,92±0,17*	1,03±0,23*	6,87±0,81*	20,35±2,15*
Детская форма n=32	Стадия выраженных проявлений n=27	Острая фаза n=14	1,16±0,22	2,20±0,21*	15,28±0,98**	138,69±38,85*
		Хроническая фаза n=13	1,25±0,19	3,03±0,36*	19,34±0,78**	141,42±49,24*
	Стадия ремиссии n=5		1,61±0,22	2,48±0,34*	16,13±1,31*	122,23±41,92*
	Здоровые дети n=30		1,32±0,98	1,03±0,47*	9,89±1,03*	34,12±2,16*
Подростковая форма n=12	Стадия выраженных проявлений	Хроническая фаза n=7	0,95±0,15*	2,20±0,21*	14,96±0,87*	142,77±38,01*
	Стадия ремиссии n=5		3,8±0,69	3,57±0,39*	22,84±2,83*	378±86,6*
	Здоровые дети n=30		1,42±0,63*	1,27±0,30*	9,29±0,63*	34,12±2,16*

Примечание: * различия в группах сравнения достоверны при $p<0,05$.

Библиографический список

1. Ревякина В. А., Агафонов А. С. Атопический дерматит у детей. Российский аллергологический журнал. 2008г. № 3, С. 57-61.
2. Хаитов Р.М., Кубанова А.А. Атопический дерматит: наружная терапия. // Consilium medicum Журнал доказательной медицины для врачей, 2004 г. 6. № 3.
3. Короткий Н.Г., Гамаюнов А.А. Современные аспекты патогенеза и лечения атопического дерматита. РГПУ Москва. 2009.
4. Хагаманова И.В., Шекрота А.Г., Трофимчук А.И. Терапия атопического дерматита, осложнённого пиодермией. // Учебно-методическое пособие. М., 2008. С.3.
5. Порядин Г.В. «Молекулярные и клеточные механизмы иммунопатологии». Монография. 2008.
6. Скрипкин Ю.К., Шеклакова М.Н., Масюкова С.А. //Атопический дерматит. Центральный научно- исследовательский кожно-венерологический институт. М., 2005.
7. Ревякина В.А. Атопический дерматит у детей. Современные вопросы педиатрии, №1, 2006.
8. Научно-практическая программа «Атопический дерматит у детей: диагностика, лечение и профилактика» М. 2000. С. 4-7.
9. Cooper K.D. //Atopic dermatitis: recent trends in pathogenesis and therapy. (J Invest Dermatol 1994;102:128-137).
10. Boguniewicz M, Leung DYM. // Management of atopic dermatitis. In: Leung DYM, ed. Atopic dermatitis: from pathogenesis to treatment. (Austin: R G Landes Co 1996:185-220).
11. Шабалов Н.П. // Детские болезни. 6-е издание. Том 1. С. 528.

References

1. Revyakina V.A., Agafonov A. Atopic dermatitis in children // Russian Journal of Allergy. 2008. № 3, Pp. 57-61.
 2. Khaitov R.M., Kubanova A.A. Atopic dermatitis: external therapy. / / Consilium medicum Journal of Evidence-Based Medicine for doctors. Vol. 06. № 3.2004.
 3. Short N.G., Gamayunov A.A. WPC Moscow. "Modern aspects of the pathogenesis and treatment of atopic dermatitis," in 2009.
 4. Hagamanova I.V., Shekrota A.G., Trofimchuk A.I. Treatment of atopic dermatitis complicated by pyoderma // Manual (p.3). Moscow in 2008.
 5. Poryadin G.V. "Molecular and cellular mechanisms of immunopathology." (Monograph 2008).
 6. Skripkin J.K., Sheklakova M.N., Masyukova S.A. // Atopic dermatitis. Central Research Institute for Skin and Venereal Diseases, Moscow 2005.
 7. Revyakina V.A. "Atopic dermatitis in children" ("Contemporary issues of Pediatrics», № 1, 2006).
 8. Scientific and practical program "Atopic dermatitis in children: diagnosis, treatment and prevention" (p. 4-7). (Moscow 2000).
 9. Cooper K.D. //Atopic dermatitis: recent trends in pathogenesis and therapy. (J Invest Dermatol 1994;102: Pp. 128-137).
 10. Boguniewicz M, Leung DYM. // Management of atopic dermatitis. In: Leung DYM, ed. Atopic dermatitis: from pathogenesis to treatment. (Austin: R G Landes Co 1996. Pp/ 185-220).
 11. Shabalov N.P. // Disease of the Children. 6th edition. Volume 1. Pp. 528.
-
-

УДК 911.2:63

Т.А. КУЗНЕЦОВА

доктор медицинских наук, профессор, кафедра внутренних болезней, Орловский государственный университет
E-mail: vradi@inbox.ru

Л.Н. ТРОФИМЕЦ

кандидат географических наук, доцент, кафедра географии, Орловский государственный университет
E-mail: trofimetc_ln@mail.ru

А.В. ТАРАСОВ

ассистент, кафедра внутренних болезней, Орловский государственный университет
E-mail: arcorel@yandex.ru

UDC 911.2:63

T.A. KUZNETSOVA

Doctor of Medicine, Professor, Department of Internal Medicine, Orel State University
E-mail: vradi@inbox.ru

L.N. TROFIMETZ

Candidate of geographical sciences, associate professor of geography, Orel State University
E-mail: trofimetc_ln@mail.ru

A.V. TARASOV

assistant professor, Department of Internal Medicine, Orel State University
E-mail: arcorel@yandex.ru

ДИАГНОСТИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В ПОРЕФОРМЕННОЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)*

THE DIAGNOSIS OF CHANGES IN QUALITY OF LIFE AND QUALITY OF A HABITAT IN THE POST-REFORM RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF OREL REGION)

В работе сформулированы признаки уникальности исследуемого периода и проведен покомпонентный анализ основных показателей, повлиявших на изменение среды обитания и качество жизни населения Орловской области.

Ключевые слова: рыночные отношения, родовой менталитет, авария на ЧАЭС, заболеваемость новообразованиями, качество жизни, убыль населения.

In this work the unique features of the test period have been formulated and the component analysis of the main indicators impacting the habitat change and the quality of life in Orel region has been carried out.

Keywords: market relations, tribal mentality, the Chernobyl accident, the incidence of neoplasms, quality of life, population decline.

Введение

Качество среды обитания и качество жизни человека – полиструктурные категории. Это определяет сложность поставленной перед исследователями задачи оценить изменение качества среды обитания и дать оценку изменению качества жизни в современной Орловской области по сравнению с доперестроечным периодом, за отправную точку которого были приняты последние из 80-х и первые из 90-х годов.

Как правило, российские исследователи рассматривают качество жизни как систему и совокупность свойств человека и среды. При этом определяют качество жизни как систему качеств духовных, материальных, социокультурных, экологических и демографических компонент жизни. В этой системе выявляется уровень реализации родовых сил человека, творческий смысл его жизни [6]. Специфические черты существующих концепций качества жизни, которые разделяются практически всеми исследователями, следующие [9]. 1. Почти все исследователи сходятся в представлении о чрезвычайно сложной природе этого социального явления. Это исходное положение приводит к мысли о допустимости междисциплинарного его толкования. 2. Все теории называют потребности (нужды, требования, желания, ценности) как критерии оценки качества жизни. 3. Практически все авторы говорят о существовании внешних условий, которые формируют потребности и способствуют или препятствуют их удовлетворению.

Иначе говоря, в каждой теории качества жизни заложен деятельностный потенциал, предполагающий возможность воздействовать на внешние условия, корректируя тем качество жизни. Иначе говоря, качество жизни человека можно рассматривать как результат и критерий оценки эффективности «целенаправленной деятельности в определенный исторический период органов государственного и муниципального управления, бизнеса, институтов гражданского общества и самого человека по созданию оптимальных условий для удовлетворения базовых потребностей человека и поддержаний его родовидового существования». С другой стороны – как результат воздействия естественной среды.

В настоящем исследовании можно выделить несколько основных задач, которые решались в ходе изучения проблемы. В статье рассмотрены лишь некоторые из аспектов проблемы. Среди основных задач настоящего исследования можно выделить следующие. 1. Определение состояния основных показателей качества жизни населения (рассматривался масштаб административных районов и масштаб малых поселений Орловской области. 2. Анализ комплекса факторов и условий, оказывающих прямое и косвенное воздействие на объект исследования. 3. Оценка изменения качества жизни и среды обитания за период с 1989-1990 года по 2010-2012 годы (за период экономических преобразований в России). Ориентир на данные последней переписи населения (2010 г.) обусловил тот факт, что

* Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-97511-р_центр_а, гранта РГНФ № 12-16-57001 а(р).

ряд социально-экономических показателей приводится за годы, ближайшие к году последней переписи населения (2011, 2012 гг.).

Объекты и методы исследования

В зависимости от масштаба исследования были выбраны две группы показателей, идентифицирующих изменение качества среды обитания и качества жизни. В масштабе отдельных поселений был выбран один показатель – «опустынивание территории», то есть абсолютное исчезновение населения малых поселений, существовавших в 1989 году и насчитывавших от 1 до 5 человек. Очевидно, что в России оставление места проживания нескольких поколений – это знаковое событие, свидетельствующее о смене уклада, а значит – о начале иной жизни, мало общего имеющей с жизнью прежней, об изменении качества жизни.

Временной отрезок с 1991 г. по настоящее время может выступать уникальным модельным периодом для комплексной оценки особенностей функционирования геоэкосоциосистем, выведенных из состояния равновесия экономическими преобразованиями в стране. Особенность этого временного отрезка еще и в том, что период характеризовался изменением природных и экологических условий среды обитания. Авария на ЧАЭС (в 1986 году) совпала по срокам практически с началом экономических преобразований. То есть экологические последствия этого события, в связи с началом экономических преобразований, оказались, видимо, более негативными, чем ожидалось, в связи с прекращением реабилитационных мероприятий на загрязненных территориях. Следует отметить еще одну особенность рассматриваемого периода. Он фактически совпал с изменением климата в сторону потепления зимнего сезона и увеличением увлажнения. Почему важно отметить этот аспект? Потепление зимнего сезона, несмотря на увеличение увлажнения, не привело к усилению эрозионных процессов на пахотных склонах. По данным Новосильской ЗАГЛОС, за период с 1986 по 2013 год смыв (в весенний период), отличный от нуля, отмечался в 16 годах из 27, причем, в последние 10 лет (2004–2013) он отсутствовал ежегодно [7, 8]. В условиях, когда не осуществляются мелиоративные мероприятия на брошенных землях, снижение смыва способствует сохранению плодородного слоя почвы.

Все вышеперечисленное свидетельствует о неоднозначности оценки произошедших изменений в условиях проживания населения региона (среды обитания) и в целом о неоднозначности оценки изменения качества жизни.

Массовая смена места жительства, сопровождающаяся «опустыниванием» территории, в истории страны и Орловской области имела место неоднократно. Причины миграционных процессов виделись исследователями этого явления в разные периоды по-разному. Мнение об экономической обусловленности миграционных процессов сменялось иным мнением. От формулы «миграционное движение – совокупность межпоселенных безвозвратных перемещений, связан-

ных со сменой мест приложения труда», переходили к более осторожному определению «миграция – это перемещение из одних населенных пунктов в другие». Соответственно иначе формулировалась и причина переездов. Главная причина всех миграций трактовалась как «противоречие между потребностями личности и возможностями их удовлетворения в месте постоянного жительства индивидов». Последняя формулировка причин миграции свидетельствовала о новом, более адекватном, личностном подходе к анализу миграционных процессов. Вместе с тем, вытеснение из анализа стихийного фактора в миграциях наметило появление другой крайности, где миграция объявлялась едва ли не главной причиной многих социальных процессов – роста крупных городов, обезлюдивания села и т.п. «Представлялось, что стоит только удовлетворить потребности людей на должном уровне, как их можно закрепить там, где хочется». При этом понятие «миграция» фактически стало означать именно миграцию сельского населения в города. Это направление давало наибольшее количество перемещений в сравнении с потоками «город-город», «город-село» и «село-село». Большинство конкретных исследований, в той или иной степени затрагивающих тему перемещений населения, анализируют именно сельскую миграцию. Самым распространенным направлением по теме миграции сельского населения является направление, которое условно может быть названо «социологическим». В результате опросов населения выявлялись основные факторы миграционной подвижности сельского населения и формулировались рекомендации по его стабилизации. В качестве выхода из ситуации предлагалось устранить наиболее очевидные последствия деформаций, и с этой целью, например в конце 60-х годов, приступили к разработке концепции совершенствования системы сельского расселения, впоследствии получившей название программы «сселения неперспективных деревень». Но она не только не улучшила, но существенно усугубила положение в деревне. К числу бесспорных достижений исследователей 60-х – первой половины 80-х гг. можно отнести следующие полученные ими выводы. 1 – движение населения происходит не только за рабочими местами, но и от рабочих мест; 2 – переселение в город наиболее тесно связано с размещением рабочих и учебных мест, поскольку работа или учеба – главное условие прописки и жизни в городе; 3 – выезд из села не был связан с трудообеспеченностью хозяйства; 4 – главное влияние на формирование миграционных потоков оказывают территориальные различия в уровнях жизни, иерархизировавшие населенные места и районы страны по степени привлекательности; 5 – индивидуальные запросы – столь же значимый фактор, как и экономические условия.

В современное понимание процессов миграции в России необходимо внести и носящее универсальный характер явление эволюции традиционных форм. Нетипичным ее проявлением является признание, что утрата крестьянством существенных черт традиционного сознания представляется в качестве закономер-

ного явления. В целом можно сказать, что проблема миграции имеет множество аспектов, которые трудно с равной степенью подробности осветить в одном, даже пространном исследовании. Сегодня, видимо, следует признать, что причина миграции должна отталкиваться, в том числе, от идеи «модернизации», критерии которой можно усматривать в распространении рыночных отношений в обществе. Что заставляет население провинции уезжать в мегаполисы? Конечно, возможность получить работу за достойную заработную плату: разница в доходах связана с различным уровнем заработной платы жителей столиц и провинций. Кроме того, в столицах больше возможностей для занятости. А это означает больше возможностей для дополнительной занятости, приносящей дополнительный доход. Однако в столицах и более напряженный ритм жизни, больше времени тратится на переезды из дома на работу и с работы. Из чего складываются доходы населения провинциальной России? Помимо основного заработка свыше половины населения провинции (и треть жителей мегаполисов) имеют личное подсобное хозяйство. Но доходы от ЛПХ не слишком велики, чтобы обеспечить амбиции современного человека. Поэтому необходим дополнительный заработок. Дополнительные доходы от приработков более заметны в регионах с благоприятным социально-экономическим фоном для получения дополнительной занятости. Такими «точками рыночного роста» являются областные центры и столичные города. Вместе с тем, и в малых поселениях (как правило, расположенных вблизи от райцентров или областных центров) есть определенная прослойка жителей, «вписавшихся» в «рыночную модель» качества жизни. Для Орловской области примером может служить деревня Никуличи, расположенная в 3-х километрах от города Орла и превратившаяся за период экономических преобразований из деревни без электрического света в поселок с домами под черепичными крышами. Основная сфера занятости состоятельных жителей современных Никулич – приложение своих умений и знаний на рынке торговых услуг (например, скупка мяса у жителей поселений области и торговля им на рынке, строительные услуги, ЛПХ и торговля продукцией в Орле и Москве) и. т.п. Можно сказать, что состоятельная часть населения деревни имеет относительную удовлетворенность собственным материальным положением. Не все поселения с численностью жителей в 1989 году от 100 до 200 человек увеличили свою численность. Деревня Никуличи, по нашему мнению, увеличила численность, так как расположена достаточно близко от центра города и от районов современной застройки. Микрорайон Наугорский и Государственный университет УНПК расположены на окраине города, в 2-3 км от деревни Никуличи.

Таким образом, более-менее одинаковая степень удовлетворенности собственным материальным положением в мегаполисах и провинциях, видимо, в немалой степени обуславливается тем, что население освоило определенные модели выживания. Они включают в себя, помимо основной занятости и потребления го-

сударственных трансфертов, также другие способы улучшения материального положения в зависимости от социально-экономических условий в регионе проживания и наработанных в нем локальных практик улучшения своего материального положения. В основе этих практик лежат три существенных компонента: собственные материальные ресурсы и их активное использование (причем не только денежные ресурсы, но и любые другие – натуральные, имущественные, инвестиционные); расширение форм занятости (за счет регулярных, временных или сезонных приработков, освоения новых профессиональных навыков, переквалификации) и взаимопомощь на основе межсемейных обменов. Последнее наиболее распространено у той части населения Орловской области, которая представлена переселенцами из Армении, Дагестана и др. регионов.

Поселения, создававшиеся и развивавшиеся в нерыночной логике, при перемещении их в рыночную среду перестали соответствовать масштабу процессов рынка. В первую очередь, не нашли себя в новой экономике те поселения, которые возникли в связи с решением старых геополитических задач. По экспертным оценкам, ежегодные потери РФ от неэффективной пространственной организации оцениваются в 2,25-3,0% ВВП в год. В Орловской области население покидает в прошлом центральные усадьбы, расположенные на берегах рек, и концентрируется на удаленных от рек территориях поселений, возникших в 60-е годы в связи с реализацией планов развития территорий периода социалистического строительства. Они стали впоследствии центрами притяжения населения в связи с тем, что в этих поселениях была создана еще в советское время развитая инфраструктура (школы, магазины, медицинские амбулатории). Наши исследования позволили обнаружить ряд таких поселений, в довоенные годы являвшихся центральными усадьбами, а сегодня – это умирающие деревни, заселяющиеся мигрантами из дальнего зарубежья и городскими жителями-дачниками. Примером может служить деревня Орехово в Орловском районе, расположенная в 10 - 15 км от г. Орла. Деревня Орехово сегодня насчитывает 70 человек (в довоенные годы – центральная усадьба с больницей). Рядом расположенный поселок Стрелецкий (численностью 2841 человек, построенный в связи с организацией в 1956 г. опытной станции по конопле), сегодня – центральная усадьба (ранее находившаяся в д. Орехово) с школой и амбулаторией. Градообразующее предприятие – ВНИИ зернобобовых и крупных культур.

Как уже упоминалось, чтобы «выжить», в провинции приходится больше «вертеться». Видимо, именно поэтому в районах резко возросло количество автомобилей в личном пользовании. Увеличение числа автомобилей в личном пользовании населения за период с 1990 года по 2013 год произошло в более чем в 5 раз (рис.1).

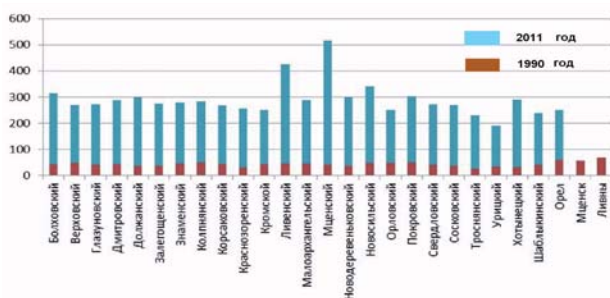


Рис.1. Количество автомобилей в личном пользовании граждан (на 1000 человек) по районам Орловской области (2011 год в сравнении с 1990 годом). (Мценский и Ливенский районы – с учетом районных центров). К 2014 году увеличение составило еще 30% от 2011 г.

Рост количества личных автомобилей, казалось бы, свидетельствует об улучшении качества жизни населения районов. Однако этот факт свидетельствует об изменении уклада жизни на селе. Продукция ЛПХ становится неосновным источником питания семьи. Вместе со снижением роли сельского уклада меняется и форма занятости активного населения районов области. Это подтверждает и анализ поголовья крупного рогатого скота. Во всех районах Орловской области отмечается сокращение поголовья КРС более чем в 3 раза (рис.2).

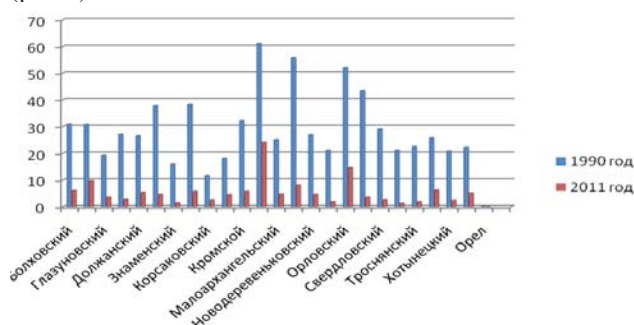


Рис. 2. Поголовье крупного рогатого скота в 1990 и 2011 годах (в хозяйствах всех категорий; тыс. голов).

Не приводя статистические данные по остальным экономическим показателям (их проанализировано 11), можно сделать вывод, что сегодня существует реальная угроза потери сельскими жителями вкуса к работе на земле. Проведенный анализ изменений, произошедших в социальной инфраструктуре (проанализировано 14 показателей), показал также неутешительные результаты. Анализ сокращения числа школ за период 1990-2013 позволил констатировать, что сокращение числа школ произошло более чем на 20% в 15 районах из 24-х, на 50 и более % – в 9 из 24-х районах. Сокращение числа школ, как правило, затронуло периферийные районы Орловской области. Сегодня в 9-ти районах из 24-х количество школ сократилось до 7-11.

Приоритеты в Орловской области сегодня – образование и социальная политика. Доля расходов на эти отрасли в структуре расходов бюджета на 25-50% выше средней по регионам РФ. В результате Орловская область остается срединным регионом с ограниченными возможностями роста и невысоким потенциалом инновативности из-за отсутствия крупных городов и сохранения индустриально-аграрной структуры экономики.

Для того чтобы выяснить, каково отношение к тем изменениям в качестве жизни, которые являются одними из наиболее значимых (обеспеченность жильем, заработной платой, условия передвижения, состояние здравоохранения) респондентов, представляющих активную часть населения области, в рамках исследования был проведен социологический опрос активной части населения. Задавались вопросы по оценке жилищных условий, состоянию здравоохранения и оценке условий для мобильности (состояние общественного транспорта). В результате анкетирования были сделаны следующие выводы. Все анализируемые были поделены на две группы: люди, имеющие высшее образование и те, кто сегодня обучается в вузе. При этом, группа людей, обучавшихся в вузах с 1985 по 2010 год, была разделена по уровню дохода на 3 группы: 1-я группа – доход менее 20 тыс. рублей в месяц, 2-я группа – от 20 до 40 тыс. рублей в месяц, 3-я группа – свыше 40 тыс. рублей в месяц. В 1 группе преобладает население, получившее образование в 2010 году, т.е. это в основном люди, недавно вышедшие из вузов. Эта группа оценивает выбранные критерии опроса достаточно отрицательно: жилищные условия у них ухудшились, общественный транспорт стал дороже, и здравоохранение стало хуже. Респонденты с доходами от 20 до 40 тысяч рублей в месяц (составившие 2 группу анкетированных) получили образование в период с 2005 по 2010 годы. Жилищные условия у них в большинстве случаев стали лучше, общественный транспорт с их точки зрения стал дороже, здравоохранение стало хуже. Что касается третьей группы, то основная масса опрошенных относится к двум периодам окончания вуза 1985 год и 2000 годы. Жилищные условия у этой категории респондентов улучшились, затраты на общественный транспорт возросли несоразмерно с ростом зарплаты, здравоохранение, по их мнению, ухудшилось. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что разницу ответов составляет в основном оценка жилищных условий. Для первой группы они стали хуже, для двух других жилищные условия улучшились. Что же касается общественного транспорта, то все три группы говорят о том, что он стал неоправданно дорогим. Например, если в 80-х годах при зарплате начинающего специалиста 100 рублей поездка из Орла в Крым обходилась в 25 рублей, то сегодня начинающий, например, врач при зарплате 6-7 тысяч рублей должен 5-6 тысяч из них потратить на поездку по железной дороге до моря. Однако можно сказать о том, что % людей, обладающих своим автотранспортом, максимален у второй (23%) и третьей (16,6%) групп и меньше всего собственного транспорта у первой группы респондентов. Здравоохранение во всех группах оценивается как изменившееся в сторону ухудшения. Здесь показатель склонившихся к этому варианту в группах колеблется от 52 до 83%. Из этого можно сделать вывод, что мнение относительно ключевых вопросов социальной жизни в Орловской области сопоставимы у выпускников разных лет и представителей разных групп материального достатка. Для анализа анкет, предназначенных для студентов, было проведе-

но разделение по половому признаку. В опросе принимали участие 78 человек, 19 мужчин, 59 женщин. 82% респондентов – это представители городского населения, оставшаяся часть – в основном сельские жители. Задавался вопрос: связана ли работа, которой занимаются опрашиваемые в настоящий момент, с их профессией, получаемой также в настоящее время. Основная масса (около 70%) не работает по приобретаемой специальности. 66,7% опрашиваемых недовольны своей зарплатой. Уровень доходов более чем у 63 % опрошенных не превышает 20 тыс. рублей в месяц. Однако финансовую помощь от семьи не принимают около 45% опрошенных. Что же касается обеспеченности жильем, то 34 % респондентов жильё арендуют, 25% имеют социальное жильё, 39% обеспечены собственным жильем. Также этой категории респондентов был задан вопрос по оценке доступности транспортных услуг. 15% не устраивает стоимость проезда в общественном транспорте, они считают эту цену слишком высокой по сравнению с их доходами.

Таким образом, исследование подтвердило вывод, что качество жизни социального субъекта – это уровень реализации потребностей, степень комфортности природной и социальной среды. Исходя из этого постулата, становится ясно, что опустынивание территории – есть проявление отношения населения поселений, которые они бросают, к качеству жизни в этих поселениях. «От добра добра не ищут» – гласит народная мудрость. За последние десять лет, как сообщил Орелстат, количество населенных пунктов, оставшихся без жителей, возросло в 1,7 раза. Эти данные были получены в результате сравнения результатов двух последних Всероссийских переписей населения. За период между ними число «обезлюдившихся» сел выросло в 1,7 раза и достигло отметки в 344 населенных пункта. Увеличилось и количество вымирающих деревень, в которых осталось не более десяти жителей. Их в регионе 814 – в 1,2 раза больше, чем в 2002 году. Больше всего таких населенных пунктов сосредоточено в Болховском районе. Там учтено 40 деревень без жителей и 102 с численностью населения до десяти человек. На втором месте – Мценский район. Статистики также подсчитали, что 46 процентов орловских селян проживают в населенных пунктах с числом жителей от 101 до 500 человек. Так что же представляют собой брошенные поселения? Каково их географическое положение, которое не позволяет жителям поселений найти в них (поселениях) реализацию своих социальных потребностей? Для получения ответа на этот вопрос в исследовании была создана база данных по численности и составу населения отдельных поселений Орловской области. Создана база данных убыли населения по 3154 поселениям за период с 1989 по 2007, 2010 годы. Построены карты численности поселений в 1989, 2007, 2010 г.г. в среде ГИС. Построена карта убыли населения (оба пола) за период 1989-2007г.г., за период 1989-2010 г.г. Сокративших численность населения поселений Орловской области на 100% за период 1989-2007 стало 877. Получен тренд, показывающий изменение численности насе-

ния Орловской области за период 1990-2012 г.г. (рис.3). Полиномиальный тип зависимости позволяет констатировать, что за период экономических преобразований в стране самыми благополучными (с самими низкими темпами снижения численности населения) были 1990-1995 годы. 2000 год ознаменовался резким снижением численности населения области. В последние годы можно отметить тенденцию снижения темпов убыли численности населения, начавшуюся в 2007 году (она закончилась через 2 года, в 2009 году). 2010 год ознаменовался снова относительно резким снижением численности населения. С 2010 года начался новый период относительной стабилизации численности населения, продолжающийся и сегодня.

ГИС-анализ авторской карты убыли малых поселений численностью до 50 человек позволил констатировать, что сегодня в области происходит процесс, который похож на описанный в модели фон Тюнена. Эта модель показывает «роль фактора расстояния от участка земли до ближайшего городского рынка сбыта. Город в этой модели выступает как фокус непрерывного экономического пространства, который формирует на равнине систему концентрических зон – экономическую структуру зоны влияния города». Наш анализ убыли численности малых поселений показал, что, действительно, сегодня не дороги, а районные и областной центры являются ядрами притяжения мобильного населения. А вот убыль численности очень малых поселений (тех, которые в 1989 году насчитывали 14 и менее человек) идет повсеместно без какой-либо закономерности.

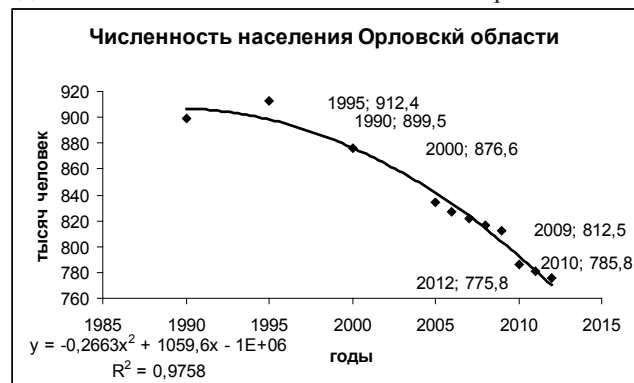


Рис. 3. Сокращение численности населения Орловской области.

Следующий вывод из проведенного исследования: ареалы убыли населения фактически «помечают» места, где уместно планировать заповедные зоны. Отсюда вывод: наблюдающееся сегодня «опустынивание» территории при правильном понимании позитива в поляризации экономического пространства может помочь реализовать принцип сохранения биосферы.

Отдельно было проведено исследование особенностей географии опустевших поселений (масштаб отдельных поселений) численностью в 1989 году от 1 до 5 человек.

Результаты и их обсуждение

Принцип подхода к оценке степени благоприятствования социально-экономических условий в районе для сохранения малых поселений (численностью до 5 чело-

век в 1989 году) был следующий.

Карты, построенные на основе авторской базы данных в программе MapInfo, позволили провести полнофункциональный анализ географии обезлюдивших поселений. В настоящей статье приводятся только результаты анализа числа опустевших деревень и их географического положения на фоне оценки социально-экономического состояния соответствующего административного района.

Были приняты следующие критерии оценки изменения социально-экономических условий в районе за период экономических преобразований. В случае если число опустевших малых деревень в районе более четырех и если опустевшие деревни расположены по всей территории района, изменение социально-экономических условий в районе диагностируются как неблагоприятные для сохранения родовых поселений (за период экономических преобразований 1989-2010 г.г.). В случае если число опустевших малых деревень менее четырех и если опустевшие деревни расположены по всей территории района, изменения социально-экономических усло-

вий в районе диагностируются как средние. В случае если число опустевших малых деревень не более двух и если опустевшие деревни расположены по всей территории района, изменения социально-экономических условий в районе диагностируются как благоприятные для жизни населения малых деревень. Следующая задача, которая решалась в ходе исследования, – это сопоставление результатов кластер-анализа [4, 5] состояния инфраструктуры и социально-экономической активности в административных районах Орловской области сегодня, в 2010-2011 г.г. (масштаб административных районов) с выводами, полученными в результате анализа географии обезлюдивших малых поселений (численностью до 5 человек в 1989 году) (таблица 1).

Из анализа видно, что только один район области является привлекательным для населения по всем группам показателей. Это Кромской район. И по результатам анализа обезлюдения малых поселений численностью 1-5 человек в 1989 году (МП), он является районом со средними условиями жизни для жителей малых деревень. Для остальных территорий необходи-

Таблица 1.

Степень благоприятствования современного состояния инфраструктуры и социально-экономической активности в районе (по результатам кластер-анализа) возрождению малых поселений (численностью до 5 человек в 1989 году)

Район	Состояние инфраструктуры (группа)	Социально-экономическая активность (группа)	Число обезлюдивших малых поселений/Степень благоприятствования для малых поселений
Кромской район	п(4)	п(1)	3/ср
Орловский район	п(4)	(*)	10/нб
Урицкий район	п(4)	с(2)	4/ср
Мценский район	п(3)	с(4)	17/нб
Ливенский район	п(3)	с(4)	3/ср
Знаменский район	с(1)	нб(5)	10/нб
Свердловский район	с(1)	с(2)	1/бл
Болховский район	с(1)	с(2)	14/нб
Покровский район	с(1)	п(3)	8/нб
Колпнянский район	с(1)	п(3)	7/нб
Залогощенский район	с(1)	п(1)	4/ср
Верховский район	с(1)	п(1)	7/нб
Дмитровский район	с(1)	п(1)	10/нб
Шаблыкинский район	нб(5)	п(3)	6/нб
Краснозоренский район	нб(5)	нб(5)	3/ср
Должанский район	нб(5)	нб(5)	1/б
Новодеревеньковский район	нб(5)	п(1)	5/нб
Малоархангельский район	нб(2)	п(3)	0/б
Корсаковский район	нб(2)	нб(5)	5/нб
Хотынецкий район	нб(2)	п(1)	8/нб
Глазуновский район	нб(2)	нб(5)	0/б
Троснянский район	нб(2)	п(3)	1/б
Сосковский район	нб(2)	нб(5)	0/б
Новосильский район	нб(2)	(*)	2/б

Примечание: нб – неблагоприятные; ср – средние; б – благоприятные; п – привлекательные для населения.

мо принимать меры по увеличению привлекательности для переселенцев (в том числе мигрантов из ближнего зарубежья).

Анализ позволил выявить парадоксальную ситуацию для ряда районов. В некоторых районах, несмотря на отсутствие инфраструктуры, население малых поселений не спешило покидать свои родовые гнезда. Даже в сложные времена экономических преобразований в стране в этих районах не произошло катастрофического опустынивания малых поселений (численностью от 1 до 5 человек в 1989 году). Этот вывод свидетельствует о том, что сегодня в этих районах можно планировать некоторое снижение бремени затрат экономики для возрождения брошенных поселений и, соответственно, земель сельскохозяйственного назначения.

Причина неясна. Возможно, такая преданность «малой Родине» объясняется особым менталитетом населения соответствующих районов (обусловленным особой историей развития территории). Мы назвали это «родовым менталитетом». По результатам нашего анализа наиболее сильный «родовой менталитет» присущ жителям малых поселений Краснотуровского, Должанского, Глазуновского, Сосновского, Новосильского районов. В этих районах, несмотря на неблагоприятное состояние инфраструктуры и низкую социально-экономическую активность, обезлюдели не более 2 малых поселений. Для этих районов, с одной стороны, потребуются максимальные затраты для восстановления брошенных деревень. Но малое количество деревень этой категории должно существенно сократить расходы на возрождение сел.

Орловский район – мощный аттрактор, поэтому, несмотря на большое количество опустевших деревень (10), в нем нужны будут серьезные маркетинговые мероприятия. В том числе по преобразованию брошенных малых поселений, в частности, в экопоселения и коттеджные поселки усадебного типа. По результатам кластер-анализа он отнесен к «локомотивам» роста.

Следующий аспект исследования – оценка изменений в экологических условиях проживания населения. В связи с опустыниванием территорий на сегодняшний день большие площади сельскохозяйственных полей заброшены. Следовательно, реабилитационные мероприятия в связи с загрязнением территории радиоактивным цезием-137 черновильского происхождения не проводятся. Как этот изотоп ведет себя сегодня, каковы особенности его вторичного перераспределения – это отнюдь не праздный вопрос в современных условиях. В связи с опустыниванием территории встает другой вопрос – нужно ли возрождать сельскохозяйственное землепользование и какую роль должны сыграть экологические факторы в возрождении сельскохозяйственных земель и, как следствие, – в возрождении сельских поселений. Рыночные отношения предполагают производство конкурентоспособной продукции, что возможно при условии экологической безопасности последней. Развитие идеи прецизионного земледелия – один из возможных путей решения проблемы восстановления брошенных земель на новых началах. Рыночные отно-

шения диктуют развитие таких приемов землепользования, которые позволяли бы экономить вкладываемые собственником земли средства. Здесь неоценимый вклад должны внести исследования, направленные на применение в схемах качественной оценки земель методов геоморфометрии [7, 8]. В рамках исследования были созданы слои ГИС-морфометрических показателей рельефа пахотных склонов и получены выводы о зависимости активности цезия-137 от положения точки пробоотбора в рельефе. Зависимости позволяют по значению площади сбора, рассчитанной средствами ГИС, рассчитывать активность цезия-137 в почве. Это делает возможным адресно проводить реабилитационные мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях.

Для населения области период экономических преобразований характеризовался дополнительным прессингом как вследствие воздействия радиоактивности черновильского происхождения, так из-за воздействия естественного природного фона. Известно, что население области проживает в условиях геохимической аномалии (в питьевой воде отмечается существенное превышение среднероссийских показателей по железу и жесткости, малое содержание йода).

Анализ, проведенный в работе, показал высокую вероятность причин роста заболеваемости новообразованиями в попадании активной части населения в 1986 году в зону воздействия на организм бета-активности (высокой в первые недели аварии на ЧАЭС). [7]. Для выяснения состояния заболеваемости населения, связанного, по мнению разработчиков, с экологическими причинами (в частности, радиоактивными выпадениями в первые недели аварии на ЧАЭС), был проведен анализ заболеваемости взрослого населения административных районов области новообразованиями и проведено ранжирование районов. Анализ позволил выявить районы с практически постоянным превышением уровня заболеваемости по району над российскими показателями [7]. Сделан вывод о том, что наибольшему воздействию радиоактивных пылевых падений подверглись жители районов, расположенных в восточной агроклиматической зоне, где сроки сева начинаются раньше 26 апреля, и наиболее активная часть населения (им сегодня – за пятьдесят) в апреле 1986 года находилась на полях, где подверглась воздействию радиоактивных пылевых падений. Усугубилась ситуация в Ливенском районе с его развитой сетью дорог и промышленностью. Следует отметить, что обезлюдевшие сегодня малые поселения часто располагаются на наименее загрязненных территориях административных районов. Значит, можно попытаться возродить эти поселения без опасения за экологическое благополучие их жителей. Например, большая часть малых поселений Болховского района численностью от 1 до 5 человек в 1989 году, полностью обезлюдевшие и расположенные вблизи границы с Орловским и Мценским районами, находится в зоне малого радиоактивного загрязнения (до 106 Бк/кг).

В связи с тем, что Орловская область находится в пределах геохимической аномалии, проявляющейся в

повышенной жесткости питьевой воды и в повышенном содержании в ней железа, был проведен анализ заболеваемости населения мочекаменной болезнью. Анализ показал, что с 1993 года область по этому заболеванию превосходит показатели заболеваемости по РФ. Если заболеваемость взрослого населения является как бы фоновым показателем, то заболеваемость детей может служить подтверждением влияния геохимической аномалии на субъекты, постоянно, с момента рождения, проживающие в условиях этой геохимической аномалии. Ортокрезоловым количественным методом была обследована моча на кальциурию с последующим расчетом кальций – креатининового коэффициента у 283 детей в возрасте от 6 до 16 лет – учащихся 1-11 классов средней школы для выяснения истинно гиперкальциурии. В результате этот анализ заболеваемости детей Троснянского района мочекаменной болезнью позволил сделать вывод о том, что росту заболеваемости способствует аномально высокая жесткость питьевой воды и низкое содержание магния в воде. Последнее обстоятельство (недостаток магния) усугубляется особенностями питания населения малых поселений и райцентров (ведение подсобного хозяйства обуславливает хранение мясных продуктов в тушеном виде. В тушенке содержание магния снижено).

Как упоминалось выше, отмечено наступление нового периода снижения темпов убыли населения области, начиная с 2010 года. Примечателен 2012 год, который на кривой зависимости (рис. 3) указывает на стабилизацию и даже некоторое снижение темпов сокращения численности населения области. Видимо, это связано с реализацией Программ, стимулирующих рождаемость.

Исследования 2013 года, охватившие более 200 детей одного из районов города Орла, показали, что каждый пятый из родившихся в городе детей относится к категории преждевременно родившихся. При этом исследования особенностей питания таких детей показали возросший риск развития у них в дальнейшем мочекаменной болезни. Но это не единственная проблема детей, возникающая в последние десятилетия. Экономический, политический и социальный кризис, потрясший Россию в 90-х годах прошлого века, привел к увеличению числа семей с тем или иным уровнем социальной и психологической дезорганизации. Преступность и в России и в Орловской области выросла. В Орловской области выросла преступность в 10-ти районах из 24-х. Асоциальное поведение среди взрослых породило такую проблему, как сиротство. В рамках исследования было проведено изучение физического и эмоционального развития воспитанников Некрасовской школы-интерната. В результате была разработана модель профилактической работы с детьми-сиротами с целью их интеграции в социум [1].

Существует не менее серьезная проблема сегодня и у выпускников вузов. Для выяснения степени тревожности выпускников вуза в рамках исследования был проведен социологический опрос выпускников 2012 года. Сделан вывод о состоянии повышенной тревожности, связанной с отсутствием уверенности в достойной за-

работной плате, у выпускников факультета естественных наук.

Результаты социологического опроса части населения разного возраста и разного уровня достатка (проведенный в 2013 году) позволил сделать вывод о неоднозначности оценки ими изменений в качестве жизни, произошедших за период экономических преобразований в стране и области. Наибольшее недовольство населения вызывает отсутствие достаточного количества рабочих мест и низкая заработная плата (у врачей, педагогических работников, работников сферы культуры и науки), состояние здравоохранения, дороговизна жилищно-коммунальных услуг, дороговизна транспортных услуг.

На завершающем этапе исследования был проведен комплексный анализ в масштабе административных районов с целью ранжирования районов по степени изменения качества среды обитания и изменения качества жизни за исследуемый период. Исследования позволили разработчикам выбрать наиболее представительные, по их мнению, показатели. Сравнивались следующие показатели.

- количество обезлюдевших малых поселений численностью 1-5 человек в 1989 году. В том случае, когда по результатам кластер-анализа изменения в экономике района были неблагоприятными, но малые поселения сохранились, был сделан вывод о сильном «родовом менталитете», не позволившем бросить «родовые гнезда», несмотря ни на что;

- превышение заболеваемости новообразованиями в районе над показателями по РФ. Был использован показатель, представляющий собой отношение максимальной заболеваемости новообразованиями в районе (1989-2012 г г) к максимальной заболеваемости новообразованиями в РФ за тот же период. Этот показатель оценивает экологические условия в районе, связанные с воздействием последствий аварии на ЧАЭС;

- ранг района по заболеваемости мочекаменной болезнью (МКБ) среди районов Орловской области. Этот показатель оценивает естественные природные экологические условия в районе;

- состояние инфраструктуры в районе за последние годы (по данным кластер-анализа). Этот показатель показывает степень готовности района к принятию переселенцев;

- состояние социально-экономической активности в районе в последние годы.

В результате к наиболее неблагополучным районам по изменениям, произошедшим в качестве жизни и качестве среды обитания за период с 1989 по настоящее время, были отнесены следующие районы. Новосильский район. В этом районе и высокая заболеваемость и МКБ, и новообразованиями. Однако отмечен сильный «родовой менталитет» населения района. Рекомендовано – усилить социально-экономическую активность в районе и особое внимание обратить на развитие здравоохранения. Ливенский район. Здесь высока заболеваемость новообразованиями и МКБ. «Родовой менталитет» достаточно высок (обезлюде-

ших малых поселений численностью до 5 человек – 3). Социально-экономическая активность – средняя. Рекомендации – особое внимание обратить на развитие здравоохранения в районе. Наиболее благополучным по экологическим условиям признан Мценский район. Здесь заболеваемость новообразованиями и МКБ сравнима со средними показателями по РФ. Средние условия в районе и по состоянию инфраструктуры и социально-экономической активности. Однако «родовой менталитет» невысок: идет активный процесс «опустынивания»: много обезлюдевших малых поселений. Рекомендации – создавать привлекательные условия для работы и приложения творческого потенциала на месте (а не в соседней Тульской области и Москве). Особенным оказался Сосковский район. Здесь при благоприятном состоянии экологических условий (заболеваемость новообразованиями сравнима с показателями по РФ) и невысокой заболеваемостью МКБ (23-е место в ранжированном ряду по убыванию заболеваемости в ряду районов Орловской области) в районе создались неблагоприятные условия по социально-экономической активности. При этом в районе силен «родовой менталитет» (нет обезлюдевших малых поселений с 1989 года). Рекомендации: этот район должен быть наполнен инвестиционными проектами для поддержания трудового потенциала населения, не желающего покидать «родовые гнезда». Отметить следует и Кромской район. Этот район наиболее привлекателен для переселения сюда населения (и по состоянию инфраструктуры, и по показателям социально-экономической активности). В районе силен «родовой менталитет» (обезлюдели всего 3 малых поселения численностью 1-5 человек в 1989 году). Благополучен он и по заболеваемости новообразованиями. А по заболеваемости МКБ район неблагоприятен. Это свидетельствует о необходимости срочного улучшения здесь здравоохранения.

Таким образом, анализ позволил разработчикам выйти на уровень практических рекомендаций для учета их в различного рода региональных программах развития.

Общий вывод, который может быть сделан по результатам исследования, следующий. Диагностировать

изменение качества жизни крайне сложно. Очевидно, что в настоящее время в Орловской области не создано условий для удовлетворения творческих потребностей личности. Объективной причиной является состояние в экономике области и России в целом. Если можно говорить сегодня об активизации определенной части населения (добившейся существенного улучшения материального благосостояния), то на противоположном полюсе остаются представители творческих профессий, учителя, преподаватели, врачи, ученые. Это значит, что пока рыночные отношения не создали условий для модернизации общества. Мало объявить программу модернизации – необходимо создать условия для творчества. Ежедневная борьба за кусок масла на кусок хлеба отнюдь не способствует расцвету творческих возможностей человека. Люди бросают родовые гнезда (те самые малые поселения). Это значит, что Россия скоро может стать страной без истории (без истории в душе каждого человека, забывшего свою малую родину). Страна, населенная людьми, забывшими свою малую родину и не желающими возвратиться к ней, рискует быть заселенной теми, кто принесет иную культуру, иные традиции, иную структуру сознания (менталитет). Такая ли страна нам нужна? Период с 1989 года по настоящее время можно оценить как период, создавший базис для следующих преобразований в стране. На одном полюсе сегодня – накопленный капитал и активная часть населения, сумевшая его накопить. Задача следующего этапа – правильно распорядиться этими накоплениями, чтобы они остались в стране и содействовали инновациям во всех сферах человеческой деятельности. Сегодня «инновационное развитие топчется на месте. Значит, дело не в деньгах, а в чем-то другом» [2].

По нашему мнению, дело в том, чтобы на следующем этапе развития активизировать мощный потенциал творческой части населения, пока еще недостаточно реализованный. Как гласит древнекитайская мудрость: «Если ты смотришь на год вперед, выращивай рис, если смотришь на 20 лет вперед, выращивай дерево, а если на столетие – выращивай людей».

Библиографический список

1. Кузнецова Т.А., Рязанцева О.Г., Нечаева Т.М. Физическое и эмоциональное развитие воспитанников школы-интерната. // Deutschland/Германия: издатель LAPLAMBERT Academic Publishing. 2013. 117 с.
2. Лепский В.Е. Субъективно ориентированный подход к инновационному развитию. М.: Изд-во «Капито-Центр», 2009. 234 с.
3. Орловская область. 2000, 2005-2011: сб. стат. Под ред. Устиновой Т.П. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Орловской области. Орел, 2011. 398 с.
4. Соболева Т.С. Опыт применения кластерного анализа в системе формирования стратегических ориентиров развития муниципальных образований в современной России. // Управление общественными и экономическими системами. Орел: изд-во Орловский государственный университет УНПК. 2012. № 2. С. 54-61.
5. Соболева Т.С. Факторы привлекательности малых территорий пореформенной России для внутренней и внешней миграции на примере Орловской области. // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Современные проблемы физико-математических наук» «СПФМН-2013». Орел: издательство ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет». 2013. С. 65-70.
6. Субетто А.И. Управление качеством жизни и выживаемость человека. // Стандарты и качество. М. 1994. 235 с.
7. Трофимец Л.Н. Методические подходы к оценке состояния геоэкологической ситуации в междуречье Верхней Оки – Дона – Днестра в пределах Орловской области в послечернобыльский период. // Проблемы региональной экологии. 2010. № 3. С. 16-26.
8. Трофимец Л.Н., Паниди Е.А. Результаты изучения потерь почвы в элементах нерусловой эрозийной сети на пахотном склоне в ареале серых лесных почв бассейна Верхней Оки. // Ученые записки Орловского государственного университета, Серия «Естественные, технические и медицинские науки», Орел, 2013. №6 (56). С. 299-304.
9. Якунин А.С. Качество жизни и эффективность управления: подходы к изучению и анализу. Вестник Военного университета. 2010. №2 (22). С. 158-164.
10. База данных муниципальной статистики Орловской области [Электронный ресурс] // - Режим доступа: <http://mail.orel.gks.ru:40/munst/#1>, свободный, загл. с экрана. – Яз.рус.

References

1. *Kuznetsova T.A., Ryazantseva O.G., Nechayev T.M.* Physical and emotional development of pupils of the boarding school. // Deutschland / Germany: publisher LAPLAMBERT Academic Publishing. 2013. 117 p.
 2. *Lepsky V.E.* Subjectively oriented approach to the innovation development. M.: Publishing house “Capito Center”, 2009. 234 p.
 3. Orel region. 2000, 2005-2011: collection of articles/ ed. by Ustinova T.P. Territorial body of the Federal State Statistics Service of Orel region. Orel, 2011. 398 p.
 4. *Sobolev T.S.* Experience of using cluster analysis in the processing of strategic guidelines of municipal development in modern Russia. // Management of social and economic systems. Orel: Orel State University ESPP. 2012. № 2. Pp. 54-61.
 5. *Sobolev T.S.* Factors of attractiveness of small territories for post-reform Russia's domestic and foreign migration on the example of Orel city. // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference “Modern Problems of Physical and Mathematical Sciences “ “SPFMN 2013”. Orel: “Orel State University.” 2013. Pp. 65-70.
 6. *Subetto A.I.* Manage the quality of life and survival of a man. // Standards and Quality. M. 1994. 235 p.
 7. *Trofimets L.N.* Methodological approaches to the assessment of geo-ecological situation in the area between Upper Oka - Don - Dnieper within the Orel region in postchernobyl period. // Problems of regional ecology. 2010. № 3. Pp. 16-26.
 8. *Trofimets L.N., Panidi E.A.* Results of the study of soil loss in the elements of non-riverbed erosion on the arable network slope in the area of gray forest soils of Upper Oka basin. // Scientific notes of Orel State University, series “The natural, technical and medical science,” Orel, 2013. № 6 (56). Pp. 299-304.
 9. *Yakunin A.S.* Quality of life and management effectiveness: approaches to the study and analysis. Bulletin of the Military University. 2010. № 2 (22). Pp. 158-164.
 10. Municipal Statistics Database of Orel region [electronic resource] // - Access mode: <http://mail.orel.gks.ru:40/munst/> # 1 free, Caps. from the screen. – Russian language.
-

К.А. МАКАРОВА

аспирант, кафедра экономической и социальной географии, Московский педагогический государственный университет

E-mail: kseniyamakarov@yandex.ru

K.A. MAKAROVA

Graduate student, Department of Economic and social geography, Moscow Pedagogical State University

E-mail: kseniyamakarov@yandex.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКАХ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

ORGANIZATION OF THE ECOTOURISM ACTIVITIES IN THE NATIONAL PARKS OF RUSSIA: PROBLEMS AND SOLUTIONS

В статье рассмотрены ключевые проблемы организации экотуристической деятельности в национальных парках России и сформулированы разработанные автором варианты их решений. Отдельное внимание уделено разграничению двух групп проблем: внешних, мешающих развитию истинного экологического туризма, и внутренних, возникающих из-за массовой нерегулируемой туристско-рекреационной деятельности на территории национальных парков.

Ключевые слова: экологический туризм (экотуризм), экотуристическая деятельность, особо охраняемая природная территория, национальный парк.

The article presents the results of the author's research of the species and problems of organization ecotourism activities in the national parks of Russia. Also the proposals for problem-solving are given. Special attention is paid to the differentiation of the two groups of problems: external problems which prevent the development of a true ecotourism, and domestic problems which arise from unregulated tourism and recreation activities in the national parks.

Keywords: ecological tourism (ecotourism), ecotourism activities, protected natural area, national park.

Осуществление туристско-рекреационной деятельности согласно закону об «ООПТ» от 14 марта 1995 г. [1] – неотъемлемая задача, стоящая перед администрациями **национальных парков (НП)** России. На сегодняшний день из всех существующих видов туризма наиболее щадящим для природной среды и культурно-исторического наследия на территории НП является **экологический туризм**. Одно из определений, наиболее полно раскрывающих суть экотуризма, принадлежит учёному и практику, изучающему **экотуристическую деятельность**, Храбовченко В.В.: «экотуризм – это вид туризма, основанный на туристском спросе, связанный с туристскими потребностями в познании природы и внесении вклада в сохранение экосистем при уважении интересов местного населения» [5]. Развитие экотуризма в каждом конкретном случае может осложняться комплексом проблем, возникающих при столкновении интересов заинтересованных субъектов: федеральных, региональных, муниципальных властей, администраций НП, местных жителей, предпринимателей, туристов и природоохранных организаций. Все они, с разной долей активности, – участники организации экотуристической деятельности на территории НП.

Выявим основные внешние проблемы организации экотуристической отрасли в НП и наметим пути их решения. Решения затруднений могут лежать на разных уровнях: федеральном, региональном или местном.

Одна из первостепенных проблем заключается в *несогласованности федерального и регионального природоохранного законодательства*, а также в *несовершенстве документов, регулирующих туристскую деятельность* на территории России. Необходимо направить усилия на приведение в соответствие с феде-

ральным законодательством законы субъектов РФ об **особо охраняемых природных территориях (ООПТ)** и внесение ряда изменений и дополнений в лесное законодательство РФ [2]. Востребована разработка единого общепотребимого понятия «экологический туризм» и улучшение оказания квалифицированной юридической поддержки НП для отстаивания своих интересов при возникновении споров хозяйствующих субъектов, противоправной деятельности граждан и других конфликтных ситуациях.

Ещё одна проблема, требующая системного подхода государства, – это *ухудшение экологического воспитания и образования* в стране. Один из ведущих российских экологов и общественных деятелей А.В. Яблоков и бывший заместитель директора по науке Прибайкальского НП В.В. Рябцев отмечают, что с конца 1990-х гг. наметилась *тенденция дезэкологизации всех сфер общественной жизни* [4; 6]. Решение данных проблем кроется в построении системы экологического воспитания граждан, начиная с дошкольного возраста, в которой активное участие должна принимать российская сеть НП. Важно донести до широких масс *понимание значимости НП* как для ныне живущих людей в сопредельных с ним районах, так и для последующих поколений. Любые ООПТ способствуют поддержанию биологического и ландшафтного разнообразия, охране природных ресурсов, оздоровлению окружающей среды и сохранению культурного наследия. Для осуществления задуманного не обойтись без продуманной планомерной экологической политики государства. Одним из шагов по повышению внимания общества и бизнеса к сохранению природных богатств страны стало объявление 2013 г. Годом охраны окружающей

среды. Помимо приоритета развития экологического туризма в НП он может выступать в роли стимулятора внедрения «зелёных» технологий в региональную экономику.

Другая проблема, мешающая развитию экотуризма, – это *нецелевое использование земель НП*. Чиновники, предприниматели, землевладельцы и землепользователи лоббируют свои интересы, которые, зачастую, противоречат природоохранному законодательству. Вот лишь некоторые примеры нерационального использования охранных земель или попыток их перевода под другую юрисдикцию. Так, были изменены границы ныне существующего заповедника Утриш на территории будущего тогда НП «Земля леопарда» в начале 2012 г. осуществлялись масштабные рубки без соблюдения экологических правил, а в НП Югид-Ва в республике Коми до сих пор не утихают споры о разработке месторождений золота. Многих предпринимателей привлекают земли сельскохозяйственного назначения на территории НП, которые они желают использовать под массовое строительство туристско-рекреационной инфраструктуры без учёта функционального зонирования ООПТ. Поиск компромисса со всеми заинтересованными лицами – универсальный механизм для решения проблем. В качестве посредника могут привлекаться природоохранные организации, как это было сделано при рассмотрении планов по строительству промышленной трассы на месте планируемого НП Хибин [11].

Негативно на развитии экотуристской деятельности сказывается *недостаток туристско-рекреационной инфраструктуры* в НП России, которая была бы возведена и эксплуатировалась с применением экологических технологий. Во многих НП недостаточно средств размещения (гостиниц, кемпингов), оборудованных мест для палаточных стоянок, мест отдыха, «пикниковых» точек и объектов общественного питания. Наличие рационально размещенной инфраструктуры позволяет сохранить в первозданном состоянии особо охраняемые участки для научных целей и показать туристам и экскурсантам типичную и уникальную флору и фауну при минимальном ущербе для экосистем. Объекты туристского сервиса способны неорганизованный туризм перевести в категорию организованного. Существуют разные мнения по поводу размещения мест для ночлега на территории НП или на сопредельной с ним территории [12]. Наиболее логичным представляется размещение туристских комплексов, которые предполагают отдых с комфортом за границами НП. Это будет в большей степени способствовать социально-экономическому благополучию местных жителей, сократит опасность различных загрязнений уникальных ландшафтов и не даст возможностей для экспоненциального роста других объектов инфраструктуры на соседних участках. Помимо сложностей с наличием должного качества туристско-рекреационной инфраструктуры в НП остро стоит проблема *высоких тарифов на железнодорожный и авиатранспорт*. Уход от монополизма на транспорте – одна из приоритетных задач, т.к. огромная протяжённость России с севера на юг

и с запада на восток и расположение НП в разных районах страны предполагает создание возможностей для транспортной мобильности туристов разных категорий.

Слабое развитие туристско-рекреационной инфраструктуры связано с *малой склонностью местного населения, проживающего в деревнях, селах и поселках городского типа, к занятию индивидуальным предпринимательством*. Эта сфера деятельности не получила широкого распространения в НП из-за отсутствия экономических и юридических знаний, а также стартового капитала у потенциальных предпринимателей. Данная проблема развивается на фоне *общего низкого уровня благосостояния населения страны*. Лишь пятая часть граждан может позволить себе совершить продолжительную эколого-образовательную поездку [10]. Решить проблему стараются при помощи программ устойчивого жизнеобеспечения населения (УЖН) при поддержке местной власти и спонсорской помощи, которые помогают наладить механизм микрокредитования, сбыта и реализации товаров и услуг. Наиболее перспективные сферы сотрудничества – это выращивание овощей и фруктов (органическое земледелие), приготовление блюд из местных экологически чистых продуктов, возрождение традиционных промыслов и ремёсел, ограниченный сбор дикорастущих ягод и грибов, а также ограниченная заготовка лекарственных трав и растений. Могут быть и другие формы взаимовыгодного сотрудничества между НП и местными жителями, как, например, предоставление жилья (гостевых домов) в качестве места размещения для туристов или получение дохода местными жителями в случае их работы экогидами.

Социально-экономический эффект от развития экологического туризма невозможен без привлечения туристов в каждый конкретный НП. По всей России наблюдается *острая нехватка туристических операторов, у которых в приоритете разработка и реализация экотуров*. Во избежание нанесения непоправимого вреда природным комплексам требуется функциональное разграничение, где НП контролирует и содействует начиная от этапа разработки кончая проведением экотура на территории НП. В свою очередь, туристическим операторам и туристическим агентам надлежит непосредственная организация экотуристической деятельности. Отсутствие взаимодействия вредит природе НП. Так, деятельность одной туристической фирмы в НП Самарская Лука свелась к проведению слётов байкеров и джип-сафари на заповедных участках, а ведь это виды отдыха, далёкие от правил экологического туризма [9]. Туроператорам также необходимо диверсифицировать туристические продукты в НП, предлагать различные направления и разноплановые рекреационные занятия внутри экотуристической деятельности. Помимо этого для успешного развития экотуризма нужны квалифицированные кадры как в НП, так и в туристической сфере. Обучение по специальности «экологический менеджмент» – один из эффективных инструментов по влиянию в природоохранную и туристскую сферу грамотных специалистов.

Без информирования потенциальных тури-

стов о широких возможностях экологического туризма в НП нельзя полноценно развивать экотуризм. *Слабое развитие рекламной политики* приводит к снижению посещаемости отечественных НП российскими и иностранными туристами и экскурсантами. За редким исключением (Куршская коса, Прибайкальский, Русская Арктика) отсутствует понятие «бренда» НП. Решение проблемы лежит в области продвижения рекламно-информационной деятельности – в максимальном использовании информационных технологий в туризме и деле охраны природы, в задействовании Интернета, телевидения, радио, участия в туристических ярмарках и выставках. Ряд важных шагов уже сделано. Во-первых, созданы информационные порталы «ООПТ РФ» [8] и «Заповедная Россия» [7]. Однако информация, содержащаяся на них, требует своевременного обновления. Например, на портале «ООПТ РФ» по состоянию на 7 апреля 2014 г. имеются данные лишь по 42 НП из 46 существующих учреждений. Во-вторых, создан цикл познавательных фильмов «Заповедная Россия», рассказывающих в том числе и о туристских возможностях НП. В-третьих, некоторые НП и сотрудничающие с ними туристические фирмы развернули активную кампанию по привлечению туристов. Например, на прошедшей 19-22 марта 21-й Московской международной выставке МИТТ 2014 «Путешествия и туризм» были широко представлены туристские возможности НП Плещеево озеро, Угра, Русская Арктика, Кенозёрского и Прибайкальского.

Финансирование деятельности НП, в том числе туристско-рекреационной, осуществляется из поступлений, предоставляемых федеральным центром. Характерная проблема всей природоохранной отрасли – *это нехватка бюджетного финансирования*. ООПТ исследуемой категории имеют возможность получать дополнительный доход от собственной деятельности (взимание платы за аренду земельных участков, экскурсионные услуги, использование гостиниц и остановочных пунктов, проведение эколагерей, продажа сувенирной продукции и др.), средств иностранных грантов и российских спонсоров и направлять их на развитие экопросветительской и экотуристической деятельности. Такой доход может составлять значительную

часть бюджета НП. В НП Куршская коса на него приходится 75%, а в Сочинском – 25% дохода [3]. Однако при всех положительных сторонах самофинансирование российских НП не должно быть самоцелью, т.к. это может привести к деградации уникальных природных комплексов. В сложившейся ситуации НП России нужно активнее привлекать инвестиции и использовать механизм государственно-частного партнерства.

Помимо внутрисекторных сложностей экотуристической отрасли существуют проблемы международного масштаба, затрудняющие развитие экотуризма – *переломные моменты, периодически возникающие в региональных и мировой экономике*. Последним таким поворотным явлением стал мировой финансово-экономический кризис 2008-2009 гг. Для отраслей всех стран, не исключая туристический сектор, кризисные явления могут стать стимулом для поиска нетривиальных решений и новых точек роста.

Отдельно стоит отметить несколько важнейших внутренних проблем, появляющихся из-за непомерного нерегулируемого роста туристско-рекреационной деятельности во многих российских НП. Во-первых, это осложнения в организации экотуризма в связи с *увеличением предельно допустимой рекреационной нагрузки на природные комплексы* в каждой конкретной функциональной зоне. Это приводит к потере биоразнообразия и эстетической красоты ландшафта. Во-вторых, *хаотичное возведение туристской инфраструктуры в неположенных местах*. В-третьих, *утрата уникального материального культурного достояния (памятники археологии, архитектуры и искусства)*. В-четвёртых, *угроза потери самоидентичности малых народов, проживающих на территории НП*.

Следствием всех вышеизложенных проблем стало *малое количество посетителей* НП России по сравнению с зарубежными аналогами. Экотуристы и другие организованные туристы, как правило, составляют менее 10% от общего числа посетителей. Основная задача для НП – это *увеличение доли экотуристов и участников эколого-просветительских программ* вследствие многоаспектной грамотной управленческой деятельности на ООПТ.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 14 марта 1995 г. (ред. от 28.12.2013) № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
2. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 22.04.2003 г. N 342 «Об утверждении основных направлений развития системы государственных природных заповедников и национальных парков в Российской Федерации на период до 2015 года».
3. Информационные отчеты директоров национальных парков РФ Куршская коса и Сочинский за 2012 г.
4. *Рябцев В. В.* Притяжение голы земли // Заповедное братство. Смоленск: ООО «Принт-Экспресс». 2009. № 2(9). С. 9.
5. *Храбовченко В. В.* Экологический туризм: учеб.-метод. пособие. – Финансы и статистика, 2007. С. 21.
6. *Яблоков А. В.* Иногда мирные методы – самые действенные // GEO. 2012. № 5 (170). С. 121.
7. Заповедная Россия: информационный портал. – 2009-2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zapoved.net/> (дата обращения: 07.04.2014).
8. Особо охраняемые природные территории РФ: информационный портал. – 2011 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zapoved.ru/> (дата обращения: 07.04.2014).
9. Проблемы и перспективы развития экологического туризма обсуждались 4 октября 2007 на совещании руководителей национальных парков в Каргополе (Архангельская обл.) // Официальный сайт министерства природных ресурсов и экологии РФ [Электронный ресурс]. URL: http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=16311&sphrase_id=59098 (дата обращения: 20.01.14).
10. *Рябцев В. В.* Об экотуризме, заповедниках и национальных парках // Экологический туризм. Сайт «DiscoverBaikal». 2010. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.discoverbaikal.ru/node/421> (дата обращения: 31.03.14).
11. Хибины спасены // Официальный сайт WWF России. 2013. – 21 мая. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wwf.ru/resources/news/article/11247> (дата обращения: 30.03.2014).

12. *Eagles Paul F. J., McCool Stephen F., Haynes Christopher D.* Sustainable tourism in protected areas: Guidelines for Planning and Management / Adrian Phillips, Series Editor. – World Commission on Protected Areas (WCPA). Best Practice Protected Area Guidelines Series. – No.8. – International Union for the Conservation of Nature. 2002. 188 p.

References

1. Federal Law of 14 March 1995 (as amended on 28.12.2013) № 33-FZ «On Specially Protected Natural Areas».
 2. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation from 22.04.2003 N 342 «On approval of the main directions of development of the state nature reserves and national parks in the Russian Federation for the period up to 2015».
 3. Information Reports of directors of national parks of RF Kyrshskaya kosa and Sochinskiy for 2012.
 4. *Ryabtsev V.V.* Bare ground attraction // *Zapovednoe bratstvo*. – Smolensk: Print Express. 2009. № 2 (9). Pp. 9.
 5. *Hrabovchenko V.V.* Ecological tourism: manual. – Finance and Statistics, 2007. P. 21.
 6. *Yablokov A.V.* Sometimes peaceful methods – the most effective // *GEO*. – 2012. № 5 (170). Pp. 121.
 7. Sanctuary Russia: information portal. – 2009-2014 [electronic resource]. URL: <http://www.zapoved.net/> (Date of access: 07.04.2014).
 8. Specially protected natural territories of the Russian Federation: information portal. – 2011 [Electronic resource]. URL: <http://www.zapoved.ru/> (Date of access: 04.07.2014).
 9. Problems and prospects of development of ecological tourism discussed October 4, 2007 at the meeting of heads of national parks in Kargopol (Arkhangelsk region) // The official website of the Ministry of Natural Resources and Environment [Electronic resource]. URL: http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=16311&sphrase_id=59098 (Date of access: 20.01.14).
 10. *Ryabtsev V.V.* On ecotourism, nature reserves and national parks // Ecotourism. Website «DiscoverBaikal». 2010. [Electronic resource]. URL: <http://www.discoverbaikal.ru/node/421> (Date of access: 31.03.14).
 11. Hibins are saved // Official site of WWF Russia. – 2013. – May 21. [Electronic resource]. URL: <http://www.wwf.ru/resources/news/article/11247> (Date of access: 30.03.2014).
 12. *Eagles Paul F. J., McCool Stephen F., Haynes Christopher D.* Sustainable tourism in protected areas: Guidelines for Planning and Management / Adrian Phillips, Series Editor. – World Commission on Protected Areas (WCPA). Best Practice Protected Area Guidelines Series. – No.8. – International Union for the Conservation of Nature. 2002. 188 p.
-

УДК 63.54

В.Г. НЕБИТОВ

кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии, Шатиловская сельскохозяйственная опытная станция
E - mail: nebuytov@yandex.ru

А.Л. КУЗНЕЦОВ

кандидат технических наук, зав. отделом безопасности жизнедеятельности сельского населения ВНИИ содружества села, Орловский государственный аграрный университет

Л.А. КУЗНЕЦОВА

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра декоративно-прикладного искусства и технической графики, Орловский государственный университет

UDC 63.54

V.G. NEBYTOV

Candidate of Biology, associate professor, senior researcher of laboratory of agrochemistry of Shatilovsky agricultural experimental station
E - mail: nebuytov@yandex.ru

A.L. KUZNETSOV

Candidate of Technical Sciences, manager of the department of safety of activity of country people of all-union scientific research institute of social development of the village, Orel state agrarian university

L.A. KUZNETSOVA

Candidate of pedagogical sciences, associate professor, department of arts and crafts and technical graphics, Orel state university

ВКЛАД ЗЕМСКОГО ПОЧВОВЕДА И.К. ФРЕЙБЕРГА В ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ ОРЛОВСКОЙ ГУБЕРНИИ

THE CONTRIBUTION OF SOIL SCIENTIST I.K. FREJBERG IN RESEARCHES OF SOIL OF THE OREL PROVINCE

Рассматривается вклад земского почвоведом Ивана Карловича Фрейберга в исследования почв Орловской и Тульской губерний, организационное и научное становление Орловского опытного поля.

Ключевые слова: И. К. Фрейберг, почвенное обследование Орловской и Тульской губерний, Орловское опытное поле.

The contribution of soil scientist Ivan Karlovich Frejberg in researches soil of the Orel and Tula provinces, organizational and scientific becoming of the Orel skilled field is considered.

Keywords: I.K. Frejberg, soil inspection in Orel and Tula provinces, Orel skilled field.

И.К. Фрейберг родился 23 апреля 1873 года в городе Риге. Среднее образование получил в Рижском реальном училище имени Императора Петра I. По окончании училища поступил в 1893 году на сельскохозяйственное отделение Новоалександрійского института сельского хозяйства и лесоводства. Годы его учебы в Новой Александрии прошли под влиянием научной и педагогической деятельности Н. М. Сибирцева. Иван Карлович входил наряду с Н.А. Димо, И.А. Шульгой, А.М. Панковым, А.И. Набоких, Д.П. Гедеванишви, А.П. Черным в число непосредственных учеников Николая Михайловича, оказавшего особое влияние на его становление как убежденного сторонника генетического почвоведения. Основное внимание он уделял в 1894-1899 годах изучению методов почвенных исследований на кафедре почвоведения и в почвенной лаборатории, которыми руководил Н. М. Сибирцев. По рекомендации Н. М. Сибирцева в 1900 году Иван Карлович поступил почвоведом в Орловское губернское земство. В 1900 году Орловское губернское земство приступило к масштабным почвенно-оценочным работам, и в марте И.К. Фрейберг включился в полевые исследования почв Орловской губернии. Орловская губерния в этот период состояла из 12 уездов: Болховского, Дмитровского, Кромского, Ливенского, Малоархангельского, Мценского, Орловского, Дмитровского, а также Брянского, Карачевского, Севского, Трубчевского и Елецкого, в настоящее время находящихся соответственно в составе Брянской и Липецкой областей. При проведении оценочных работ существовала проблема в объективной оценке земель ввиду упрощенного отношения к почвенным исследо-

ваниям и бонитировке почв. В одном из последних писем (ноябрь 1899 года) к И.К. Фрейбергу Н.М. Сибирцев советовал «заранее отказаться от составления бонитировочных шкал, чем поддерживать в статистиках преувеличенную веру в пригодность для непосредственно прикладных оценочных целей бонитировочных работ, лучше внимательнее и глубже заняться изучением морфологии, генезиса и географии почв, чем заранее обречь себя на выполнение большой, кропотливой, но весьма, может быть, неблагодарной по результатам работы» [1]. Изучение почв в Орловской губернии с оценочной целью осуществлялось И. К. Фрейбергом на комплексной основе: данных морфологических свойств почвенных типов на месте их залегания, анализов химического и гранулометрического (механического) состава, физических свойств изучаемых почв. Непосредственное участие в полевых исследованиях почв Болховского, Елецкого, Кромского, Ливенского, Малоархангельского, Мценского, Орловского, Брянского, Карачевского, Севского, Трубчевского уездов Орловской губернии определило его особое место организатора и руководителя почвенно-оценочных работ в большой группе талантливых земских почвоведов. Орловским губернским земством, включая И. К. Фрейберга, к экспедиционным работам привлекались почвоведы Н. Н. Шульженко, М.И. Каган, С.М. Полницкий, С.А. Брусилинский, А.Н. Стасевич, В.В. Цимбалін, А.П. Левицкий, а также М.Г. Румницкий, имевший большой практический опыт почвенно-оценочных работ в Самарской губернии. Иваном Карловичем по результатам собственных и совместных с земскими почвоведом почвенных исследований были подготовлены и изданы 7 выпусков

«Материалов к оценке земель Орловской губернии», 12 уездных почвенных карт (в масштабе 1:126000, в 1 английском дюйме 3 версты), карт распределения почв районов по оценочным разрядам пашни [2-21]. В «Материалах...» по каждому уезду представлено подробное описание естественно-исторической его части, включая: площадь, орографию, границы, общее устройство поверхности, характер течения рек, геологические условия местности, описаны морфологические свойства почв, их распространение, химический, гранулометрический состав, физические свойства почв, распределение почв на однотипные в почвенном отношении районы и их объединение в оценочные разряды. И.К. Фрейберг вместе с М.Г. Румницким составили и издали «Схематическую почвенную карту Орловской губернии» и «Схематическую карту подпочв Орловской губернии». М 1:420 000, в англ. дюйме 10 верст [22, 23]. При губернской земской управе И.К. Фрейбергом была организована почвенная лаборатория, выполнявшая большое количество анализов валового химического, гранулометрического (механического) состава, содержания гумуса (перегноя) в почвенных образцах. Располагая обширными материалами почвенных исследований, Иван Карлович отмечал, что территория Орловской губернии представляет собой зону переходных почв: от дерново-подзолистых в западной части к черноземам в юго-восточной. Гранулометрический состав почв различен и изменялся в направлении с северо-запада на юго-восток от легкого (со значительной примесью зернистого песка) до тяжелосуглинистого. И.К. Фрейберг показал в Орловской губернии наличие луговоболотных почв и торфоболотных образований, перегнойно-карбонатных почв, почв заболоченных пойм, преобладающих в западной части губернии. Почвенный покров Орловской губернии из-за многообразия почвенных разностей сформировавшихся под воздействием дернового и подзолистого процессов почвообразования Иван Карлович считал почвенным музеем. В разработанной Иваном Карловичем классификации почв (терминологии по Фрейбергу) с учетом степени выраженности процессов почвообразования выделены подтипы черноземов (крупичатый, выщелоченный, явно деградированный или лесостепной); лесных земель (темно-коричневые, коричнево-серые, светло-серые); дерновоподзолистых почв (темно-серые, серые, светло-серые); песчаных почв (супеси, глинистые пески, боровые пески), разновидности почв по гранулометрическому составу – по скелетности (без явного скелета, с большим количеством песка >50%) [24-26]. Иван Карлович выделял в горизонте С деградированного чернозема два подгоризонта, видоизмененный C_1 – в разной степени деградированный элювий лессовидной глины и C_2 – почвообразующую породу. Разработанная Иваном Карловичем классификация почв (терминология по Фрейбергу) была использована почвоведом при составлении почвенных карт южных уездов Тульской губернии [27]. Выработанная для Орловской и Тульской губернии терминология почв по И.К. Фрейбергу была применена сотрудниками

Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции при составлении в 1923 году схематической почвенной карты Северо-черноземной области.

В 1908 году И.К. Фрейберга как авторитетного опытного почвовода пригласили для проведения почвенно-оценочных работ в Тульскую губернию. И.К. Фрейбергом был намечен план почвенных исследований и составлена смета на их проведение. В докладе Тульской губернской земской управы приведено мнение почвоведом И. К. Фрейберга о связи почвенных исследований с исследованиями гидрологическими, где отмечается, что «распределение почвы по поверхности каждой местности, расположение в однородной в климатическом отношении зон, например какого-нибудь не слишком большого по размерам уезда, или какой-нибудь части уезда крайне тесно связано с изменениями рельефа и высоты разных частей его над уровнем как моря, так и местных водотоков. Поэтому, как при организации почвенных исследований на месте, так и при составлении почвенной карты и очерка уезда, в почвенном отношении, весьма важно иметь, возможно, более полный и точный гипсометрический материал, дающий представление о рельефе местности, собранный и обработанный в том же масштабе, как и данные почвенного исследования. Подобные данные по гипсометрии тем более интересны и важны для почвоведом еще и ввиду того, что они позволяют выяснить характер стока атмосферных вод и их разрушительного и намывающего воздействия на почвенный покров, например, рост оврагов и заиливание покровов» [28]. И.К. Фрейбергом совместно с почвоведом Ф.П. Саваренским (впоследствии известный гидрогеолог, академик АН СССР) и С.И. Тюремовым даны описания почв и составлены почвенные карты Чернского, Ефремовского, Богородицкого, Крапивинского, Новосильского уездов Тульской губернии (Государственный архив Тульской области. Ф. 734. Оп. 2). Иван Карлович при почвенном обследовании территории Новосильского уезда заложил несколько почвенных разрезов на опытном поле Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. На основании морфологических признаков и выполненных в Тульской почвенной лаборатории анализов почвенных образцов, почвой участка опытной станции являлся тяжелый выщелоченный чернозем различной степени деградации.

На службе Тульского губернского земства И.К. Фрейберг пробыл недолго. В 1911 году он вновь перешел в Орловскую губернию, связь с которой не терял, принимая участие в агрономической работе как постоянный член различных совещаний при губернской земской управе. В 1909-1910 годах заведующим Шатиловской сельскохозяйственной опытной станцией А.Н. Лебедянцевым был подготовлен проект организации опытных полей в Орловской губернии. Определены районы, характеризующиеся территориальными, естественно-историческими, почвенными особенностями, в которых должны вести опытную работу три опытных поля. В северо-восточной части Орловской губернии, с преобладанием серых лесных

почв, Орловским губернским земством в 1911 году было учреждено Орловское опытное поле, которое возглавил И.К. Фрейберг. И.К. Фрейбергом была составлена смета по оборудованию опытного поля и успешно решены многочисленные хозяйственные вопросы. Участок под опытное поле в 87 га был выбран Иваном Карловичем в 9,6 км на запад от Орла на водоразделе между рекой Орлик и его притоком Сухая Орлица, на высоте 212 метров над уровнем моря. Выбор места расположения был не случаен, поскольку почва опытного поля, по терминологии И. К. Фрейберга «темно-коричневый лесной суглинок», большими массивами распространена в Орловском, Малоархангельском, Ливенском, Елецком и Карачевском и в южной части Болховского уездов Орловской губернии, а также в Фатежском уезде Курской губернии. На возведение построек и оборудование опытного поля Орловским губернским земством было ассигновано 20750 руб., ежегодные расходы по его содержанию составили 7250 руб. Соответственно размерам опытного поля были возведены необходимые служебные и жилые постройки, приобретен хозяйственный инвентарь. С помощью метеорологического отдела Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции оборудована метеорологическая станция, которая соответствовала II разряду I класса по классификации Главной геофизической обсерватории. Наблюдения на метеорологической станции велись обычно конторщиком-наблюдателем и в его отсутствие И.К. Фрейбергом. Несмотря на весьма скромные размеры помещения и средств, на нее ассигнованных, оборудована химическая лаборатория. На шестилетний период деятельности Орловского опытного поля И.К. Фрейбергом составлена программа исследований, утвержденная Орловским земским собранием в 1911 году [29]. Ввиду большого объема работ, выполнявшихся заведующим и его помощником, как отмечал Иван Карлович, «над обоими разразились весьма нешуточные испытания в семейной жизни» [30]. С 1914 года существенную помощь в научных исследованиях стали оказывать годовые практиканты, прикомандированные к Орловскому опытному полю от департамента земледелия. В 1913-1916 гг. И.К. Фрейбергом в полевых опытах изучались приемы агротехники возделывания озимой пшеницы и ржи, корнеплодов, клевера, люцерны, озимой вики, мятликовых, бобовых культур, чистые и занятые пары, потребность культур в элементах питания. По результатам был сделан вывод о существенном влиянии на урожай зерновых полного минерального и навозного удобрений. Внесение фосфорных удобрений также показало положительное их действие на урожай озимой пшеницы и ржи, овса, яровой пшеницы и люцерны. Из форм фосфорных удобрений наиболее эффективно было применение суперфосфата в дозе 67,5 кг/га P_2O_5 с прибавками в зерне 47 пуд/га. В 1914-1916 годах испытывались 5 сортов озимой пшеницы; 4 сорта яровой пшеницы; 5 сортов овса. Оценивая работу в сети Орловских опытных учреждений, А.Н. Лебедев писал о И.К. Фрейберге как о прекрасном организаторе, умелом научном работнике, великолепном систематиза-

торе цифрового материала и лучшим исполнителем своих планов. Как агроном-опытник, И.К. Фрейберг выделялся годичными отчетами о деятельности Орловского опытного поля, которые могли бы являться образцом такого рода изданий для опытных учреждений. Всего им было составлено 4 выпуска трудов по Орловскому опытному полю и отчет за 1916 год по коллективным опытам [30-32].

Иван Карлович принимал активное участие в агрономической работе Орловской и Тульской губернских земских управ, съездах русских естествоиспытателей и врачей, совещаниях по обсуждению результатов почвенного исследования Орловской, Тульской и Харьковской губерний, состоял членом Докучаевского почвенного комитета [1, 33, 34]. И.К. Фрейберг был сторонником естественно-исторического метода оценки почв, методики почвенной картографии школы Докучаева-Сибирцева, и его критические замечания в отношении представителей методики почвенной картографии А.И. Набоких и Г.Ф. Нефедова были широко представлены в материалах съездов русских естествоиспытателей и врачей, различных совещаний почвоведов [1, 33].

Иван Карлович был не только известным деятелем агрономии Орловской губернии, но и принимал деятельное участие в общественной жизни Орловской губернии. Он являлся действительным членом Орловского общества сельского хозяйства, общества исследователей природы Орловской губернии, комитета народных чтений, редакционной комиссии «Вестника Орловского общества сельского хозяйства». В частной гимназии Аблецовой, где находилось общество, библиотека и музей исследователей природы Орловской губернии, он читал публичные лекции по почвоведению и геологии. Большой популярностью пользовались геологические экскурсии И.К. Фрейберга по изучению геологического строения долины реки Оки вблизи каменоломен Пятницкой слободы. Он организовывал многочисленные почвенные экскурсии с отбором почвенных образцов на Орловском опытном поле и Военном поле города Орла.

Иван Карлович Фрейберг безвременно скончался 3 июня 1917 года после тяжелой болезни. Орловская губерния и Орловское опытное поле потеряли одного из самых крупных деятелей местной агрономии, ушедшего из жизни на 45 году жизни, в самом расцвете творческой деятельности. Главным итогом деятельности этого разностороннего исследователя почв явилось то, что Орловская губерния одной из первых в России получила законченное почвенное обследование, были составлены почвенные карты для 12 уездов Орловской и 5 южных уездов Тульской губерний. В теснейшей связи с Шатиловской сельскохозяйственной опытной станцией И. К. Фрейберг в течение 7 лет работал по опытному делу в сети опытных учреждений Орловской губернии. Он приложил немалые усилия для организации, обустройства Орловского опытного поля, и первые научные результаты исследований по агротехнике полевых культур во многом были достигнуты его талантливой и самоотверженной работой.

Библиографический список

1. *Фрейберг И.К.* Выступление на втором совещании почвоведов. Хроника // Почвоведение. 1908. №3. С. 262 – 265.
2. *Фрейберг И.К.* Материалы к оценке земель Орловской губернии. Кромской уезд. Орловское губернское земство. Орел. 1902. 120 с.
3. *Фрейберг И.К., Казан М.И.* Почвенная карта Кромского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1900. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 180.
4. *Фрейберг И.К.* Материалы к оценке земель Орловской губернии. Дмитровский уезд. Орловское губернское земство. Орел. 1903. 106 с.
5. *Фрейберг И.К., Казан М.И.* Почвенная карта Дмитровского уезда Орловской губернии. 1901. Орловское губернское земство. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 169.
6. *Фрейберг И.К.* Карта распределения почв районов по оценочным разрядам пашни. Дмитровский уезд. Орловское губернское земство. 1901. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 170.
7. *Фрейберг И.К., Шульженко Н.Н.* Материалы к оценке земель Орловской губернии. Карачевский уезд. Орловское губернское земство. 1904. 136 с.
8. *Шульженко Н.Н., Фрейберг И.К.* Почвенная карта Карачевского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1900. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 178.
9. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К.* Материалы к оценке земель Орловской губернии. Малоархангельский уезд. Орловское губернское земство. 1906. 107 с.
10. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К.* Почвенная карта Малоархангельского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1908. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 188.
11. *Фрейберг И.К.* Почвы водосбора верхнего течения реки Оки в пределах Орловской губернии (Уезды Болховской, Мценский и Орловский). Орловское губернское земство. Орел. 1908. 298 с.
12. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К.* Почвенная карта Болховского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1902. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 164.
13. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К.* Почвенная карта Мценского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1902. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 191.
14. *Фрейберг И.К., Казан М.И.* Почвенная карта Орловского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1901. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 195.
15. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К.* Почвы водосбора среднего и нижнего течений р. Сосны. Уезды Ливенский и Елецкий. Орловское губернское земство. Орел. 1908. 190 с.
16. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К., Полницкий С.М.* Почвенная карта Ливенского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1903. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 184.
17. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К., Полницкий С.М.* Почвенная карта Елецкого уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1903. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 173.
18. *Фрейберг И.К., Румицкий М.Г.* Почвы водосбора верхнего течения р. Десны в пределах Орловской губ. Уезды Брянский, Трубчевский, Севский. Орловское губернское земство. Орел. 1910. 278 с.
19. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К.* Почвенная карта Брянского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1905. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 163.
20. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К., Брусилинский С.А., Стасевич А.И., Цимбалов В.В.* Почвенная карта Трубчевского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1905. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 199.
21. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К., Левицкий А.П.* Почвенная карта Севского уезда Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1904. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 198.
22. *Фрейберг И.К., Румицкий М.Г.* Схематическая почвенная карта Орловской губернии. Ф. Р 6890. Оп. 353. Д. 700. Государственное торговое предприятие «Картоиздательство» Наркомата Внутренних Дел РСФСР.
23. *Румицкий М.Г., Фрейберг И.К.* Схематическая карта подпочв Орловской губернии. Орловское губернское земство. 1907. Государственный архив Орловской области. Ф. Р 3471. Оп. 1. Д. 161.
24. *Фрейберг И.К.* Материалы к оценке земель Орловской губернии. Краткое введение к естественнонаучной классификации почв. Орловское губернское земство. 1903. 13 с.
25. *Фрейберг И.К.* Заметка о дерновых (слабоподзолистых) почвах Орловской губернии. Материалы к оценке земель Орловской губернии. Орловское губернское земство. Орел. 1903. С. 345-352.
26. *Фрейберг И.К.* Заметки о дерновых (слабоподзолистых) почвах Орловской губернии // Почвоведение. 1904. №6. С. 45-51.
27. *Фрейберг И.К.* Почвенно-оценочное дело Шатилловской губернии // Почвоведение. 1910. С. 109-113.
28. Доклады Тульской губернской земской управы губернскому земскому собранию. О производстве гидрологических исследований. Тульская губернская земская управа. 1908. С. 2-5.
29. *Фрейберг И.К.* Характеристика района, программа и начало организации Орловского опытного поля за 1912 год // Труды сети опытных учреждений Орловской губернии района Шатилловской сельскохозяйственной опытной станции. Орел, 1913. Вып. 5. 114 с.
30. *Фрейберг И.К.* Отчет о результатах деятельности Орловского опытного поля за 1913 год // Труды сети опытных учреждений Орловской губернии района Шатилловской сельскохозяйственной опытной станции. Орел, 1914. Вып. 6. 66 с.
31. *Фрейберг И.К.* Отчет о результатах деятельности Орловского опытного поля за 1914 год // Труды сети опытных учреждений Орловской губернии района Шатилловской сельскохозяйственной опытной станции. Орел, 1915. Вып. 8. 232 с.
32. *Фрейберг И.К.* Отчет о результатах деятельности Орловского опытного поля за 1915 год // Труды сети опытных учреждений Орловской губернии района Шатилловской сельскохозяйственной опытной станции. Орел, 1917. Вып. 14. 276 с.
33. Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей в Москве. М., 28.12.1908-6. 01. 1910. С. 338-339.
34. Труды совещания по обсуждению результатов почвенных исследований Харьковской губернии 23–25 марта 1914 года. Харьковская губернская земская управа. 1914.– 44 с.

References

1. *Freyberg I.K.* Performance at the second meeting of soil scientists. Chronicle//Soil science. 1908. No. 3. Pp 262-265.
2. *Freyberg I.K.* Materials to an assessment of lands of the Oryol province. Kromskoy district. Orel provincial zemstvo. Orel. 1902 . 120 p.
3. *Freyberg I.K. Kagan M.I.* Soil map of the Kromsky district of the Oryol province. Orel provincial zemstvo. 1900 . State archive of the Orel region. F. R 3471. On. 1 . 180 p.
4. *Freyberg I.K.* Materials to an assessment of lands of the Orel province. Dmitrovsky district. Orel provincial zemstvo. Orel. 1903 . 106 p.
5. *Freyberg I.K. Kagan M.I.* Soil map of the Dmitrovsky district of the Orel province. 1901 . Orel provincial zemstvo. State archive of the Orel region. F. R 3471. On. 1. 169 p.
6. *Freyberg I.K.* The card of distribution of soils of areas according to estimated categories of an arable land. Dmitrovsky district. Orel provincial zemstvo. 1901 . State archive of the Orel region. F. R 3471. On. 1. 170 p.
7. *Freyberg I.K. Shulzhenko N.N.* Materials to an assessment of lands of the Oryol province. Karachevsky district. Orel provincial zemstvo. 1904. 136 p.

8. *Shulzhenko N.N., Freyberg I.K.* Soil map of the Karachevsky district of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1900 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 178 p.
 9. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K.* Materials to an assessment of lands of the Orel province. Low-Arkhangelsk district. Orel provincial zemstvo. 1906 . 107 pages.
 10. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K.* Soil map of the Maloarkhan-gelsky district of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1908. State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 188 p.
 11. *Freyberg I.K.* Soils of a reservoir of headwaters of the river Ocky within the Orel province (Bolkhovskaya's districts, Mtsensk and Oryol). Orel provincial zemstvo. Orel. 1908 . 298 p.
 12. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K.* Soil map of the Bolkhovsky district of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1902 . State archive of the Oryol region. F. R 3471. Оп. 1. 164 p.
 13. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K.* Soil map of the Mtsensk district of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1902 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1 . 191 p.
 14. *Freyberg I.K. Kagan M.I.* Soil map of the Oryol district of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1901 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 195 p.
 15. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K.* Soils of a reservoir of average and bottom currents of river. Pines. Districts Livensky and Yelets. Orel provincial zemstvo. Orel. 1908. 190 p.
 16. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K. Polnitsky S.M.* Livenskogouyezd's soil card of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1903 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 184 p.
 17. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K. Polnitsky S.M.* Soil map of the Yelets district of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1903 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 173 p.
 18. *Freyberg I.K. Rumnitsky M.G.* of the soil of a reservoir of the top current of the Desna River within Orel lips. Districts Bryansk, Trubchevsky, Sevsky. Orel provincial zemstvo. Orel. 1910. 278 p.
 19. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K.* Soil map of the Bryansk district of the Orel province. Orel provincial zemstvo. 1905 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 163 p.
 20. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K. Brusilinsky S.A. Stasevich A.I. Tsimbalin V.V.* Soil map of the Trubchevsky district of the Oryol province. Orel provincial zemstvo. 1905 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 199 p.
 21. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K. Levitsky A.P.* Soil map of the Sevsky district of the Oryol province. Orel provincial zemstvo. 1904 . State archive of the Orel region. F. R 3471. Оп. 1. 198 p.
 22. *Freyberg I.K. Rumnitsky M.G.* Skhematicheskaya soil map of the Orel province. F. R 6890. Оп. 353 . 700. State trade enterprise "Kartoizdatelstvo" of Narkomat of Internal Affairs of RSFSR.
 23. *Rumnitsky M.G., Freyberg I.K.* Skhematicheskaya map of subsoils of the Orel province. Oryol provincial zemstvo. 1907 . State archive of the Orel region. - F. R 3471. Оп. 1 . - 161.
 24. *Freyberg I.K.* Materials to an assessment of lands of the Orel province. Short introduction to naturally - scientific classification of soils. Orel provincial zemstvo. 1903 . 13 pages.
 25. *Freyberg I.K.* Zametka about cespitose (slabopodzolistykh) soils of the Orel province. Materials to an assessment of lands of the Orel province. Orel provincial zemstvo. Orel. 1903. Pp. 345-352.
 26. *Freyberg I.K.* Notes about cespitose (slaboopodzolennykh) soils of the Orel province//Soil science. 1904 . No. 6. Pp. 45-51.
 27. *Freyberg I.K.* Soil and estimated business of the Tula province//Soil science. 1910 . Pp. 109-113.
 28. Reports of the Tula provincial territorial justice to provincial territorial meeting. About production of hydrological researches. Tula provincial territorial justice. 1908. Pp. 2-5.
 29. *Freyberg I.K.* The area characteristic, the program and the beginning of the organization of the Orel skilled field for 1912//Works of a network of skilled establishments of the Orel province of the area of Shatilovsky agricultural experimental station. Orel, 1913. Vyp. 5 . 114 p.
 30. *Freyberg I.K.* The report on results of activity of the Orel skilled field for 1913//Works of a network of skilled establishments of the Orel province of the area of Shatilovsky agricultural experimental station. Orel, 1914. Vyp. 6 . 66 p.
 31. *Freyberg I.K.* The report on results of activity of the Oryol skilled field for 1914//Works of a network of skilled establishments of the Orel province of the area of Shatilovsky agricultural experimental station. Orel, 1915. Vyp. 8 . 232 p.
 32. *Freyberg I.K.* The report on results of activity of the Orel skilled field for 1915//Works.
 33. The diary XII of congress of the Russian estvoispyatel and doctors in Moscow. M, 28.12.1908-6. 01 . 1910 . Pp. 338-339.
 34. Works of meeting on discussion of results of soil research of the Kharkov province on March 23-25, 1914. Kharkov provincial territorial justice. 1914 . 44 p.
-
-

УДК 501.807

UDC 501.807

Е.Ю. НОВЕНКО

кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, кафедра физической географии и ландшафтоведения, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
E-mail: lenanov@mail.ru

О.В. РУДЕНКО

кандидат географических наук, доцент, кафедра географии, Орловский государственный университет
E-mail: olrudenko2011@yandex.ru

Е.М. ВОЛКОВА

кандидат биологических наук, доцент, кафедра биотехнологии, Тульский государственный университет им. Л.Н. Толстого
E-mail: convallaria@mail.ru

И.С. ЗЮГАНОВА

кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Институт Географии РАН
E-mail: inna0110@gmail.com

E.YU. NOVENKO

Candidate of Geography, senior scientific researcher of Department of Physical Geography and Landscape Science, Moscow State University named after M.V.Lomonosov
E-mail: lenanov@mail.ru

O.V. RUDENKO

Candidate of Geography, associate Professor of department of geography, Orel State University
E-mail: olrudenko2011@yandex.ru

E.M. VOLKOVA

Candidate of Biology, associate Professor of department of Biotechnology, Tula State University named after L.N.Tolstoy
E-mail: convallaria@mail.ru

I.S. ZYUGANOVA

Candidate of Geography, senior scientific researcher, Institute of Geography RAS
E-mail: inna0110@gmail.com

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОРЛОВСКОЕ ПОЛЕСЬЕ» В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ*

VEGETATION DYNAMICS IN THE «ORLOVSKOYE POLESYE» NATIONAL PARK IN LATE HOLOCENE

В статье представлены результаты первых палеоботанических исследований позднеголоценовых торфяных отложений на территории НП «Орловское Полесье». Согласно полученным данным, в течение последних 3500 лет здесь были распространены сосново-широколиственные леса. Раннее хозяйственное освоение территории привело к нарушению растительного покрова и сокращению доли участия в составе леса широколиственных пород деревьев, начиная примерно с 1600 лет назад. Значительное усиление антропогенного воздействия в последние несколько столетий обусловило дальнейшее уничтожение широколиственных лесов и распространение на их месте вторичных древостоев.

Ключевые слова: палеоботанические исследования, динамика растительности, голоцен, Национальный парк «Орловское Полесье».

The paper presents the first results of palaeobotanical study of the late Holocene peat deposits within the territory of the “Orlovskoye Polesye” National Park. Data obtained show, that mixed pine-broad leaved forests dominated the area during the past 3500 years. The early agricultural colonization of the territory by humans caused vegetation disturbances and led to a reduction of the proportion of a broadleaved trees in forest stands since 1600 years BP. During the last several centuries, the increased human impact resulted in further degradation of broadleaved forests and expansion of secondary forest stands.

Keywords: palaeobotanical study, vegetation dynamics, Holocene, “Orlovskoye Polesye” National Park.

Введение

Проблемам динамики растительности и климата в голоцене, взаимодействию человека и окружающей среды, формированию природно-антропогенных ландшафтов центральных районов Европейской части России посвящен ряд работ [2, 6, 15, 18]. Большое значение в подобных исследованиях приобрели реконструкции, основанные на данных спорово-пыльцевого анализа и ботанического состава торфяных отложений. В последние десятилетия в связи с изучением реакции ландшафтных компонентов на климатические изменения текущего столетия особое внимание в палеогеографических исследованиях уделено зонам региональных экотонов, в том числе лесостепной области Восточно-Европейской равнины [25, 26].

Несмотря на столь большой интерес к исследовани-

ям динамики границы леса и степи в голоцене, территория Орловской области до сих пор остается крайне слабо изученной. С 70-х годов прошлого столетия известны лишь данные палеоботанических исследований двух разрезов пойменных торфяников в лесостепной зоне бассейна р. Крома [8,17], в лесной зоне региона подобные исследования не проводились до настоящего времени.

В данной статье обсуждаются результаты первых палеоботанических исследований территории национального парка «Орловское Полесье» – крупнейшего лесного массива на территории Орловской области. Проведен спорово-пыльцевой анализ датированного радиоуглеродным методом разреза торфяной залежи и изучен ботанический состав торфа. Важность данного исследования определяется не только его «пионерным» характером. Длительное хозяйственное освоение тер-

* Исследования выполнены при поддержке проекта РФФИ № 14-05-00550 и, частично, в рамках Государственного задания Министерства образования и науки РФ Орловскому государственному университету, проект № 1506.

ритории центра Восточно-Европейской равнины коренным образом изменило ее естественные ландшафты, поэтому палеорекострукции динамики растительности в голоцене помогают в оценке степени нарушенности экосистем и крайне важны для определения начала антропогенного воздействия, его характера, масштабов и последствий, необходимы для сохранения природного наследия региона, для планирования природоохранных мероприятий, имеющих целью оптимизацию структуры ландшафтов и их устойчивое использование.

Район исследований

Национальный парк «Орловское Полесье» расположен на северо-западе Орловской области в области умеренно-континентального климата и представляет собой восточную периферию Калужско-Брянского лесного массива. Его общая площадь составляет 77 745 га [13]. Юго-западная часть национального парка, в пределах которой проводились исследования, приурочена к западному макросклону Среднерусской возвышенности и представляет собой приподнятую всхолмленную равнину со средними абсолютными высотами 220-250 м, сформированную моренными отложениями московской стадии днепровского оледенения, перекрытыми зандровыми песками [11].

Территория парка расположена на границе зоны широколиственных лесов с лесостепью. Ельники-зеленомошники, боры-долгомошники, липняки и дубравы соседствуют друг с другом. В состав древесного яруса смешанных лесов в различных сочетаниях входят сосна обыкновенная, ель европейская, дуб черешчатый, береза, липа, осина, клен платанолистный, реже – ясень обыкновенный и ольха клейкая [4, 5].

Палеоботанические исследования проведены для небольшого олиготрофного болота, расположенного в юго-западной части парка (53.26908 с.ш., 35.34362 в.д.) (рис.1).

Древесный ярус болота образован сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*), достигающей высоту 24 м, и березой пушистой (*Betula pubescens*). Формула древостоя – 10С;едБ, сомкнутость 0,2-0,3. В подлеске отмечена крушина ломкая (*Frangula alnus*) высотой до 3 м. Активный подрост березы и присутствие поваленных стволов деревьев свидетельствуют о восстановительной сукцессии после нарушений, вероятно, вызванных пожаром.

Травянистый ярус имеет общее проективное покрытие 80-85%. Доминирует пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*) с проективным покрытием до 80%; встречаются болотные кустарнички – черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus*) (0,5%), голубика обыкновенная (*V. uliginosum*) (2%), багульник болотный (*Ledum palustre*) и брусника (*V. vitis-idaea* (единично). Отмечены щитовник картузианский (*Dryopteris carthusiana*) (0,5%) и, единично, кипрей болотный (*Epilobium palustre*).

Моховой покров с проективным покрытием до 100% сформирован преимущественно сфагновыми мхами. Преобладает *Sphagnum angustifolium* (98%), реже встре-

чаются *S. magellanicum* и *S. centrale*. По окрайкам болота встречаются политрихум сжатый (*Polytrichum strictum*) (2%) и, единично, плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi*).

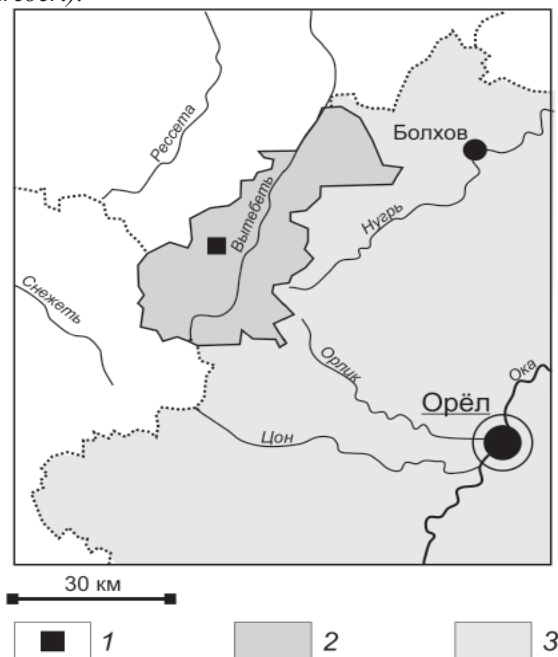


Рис. 1. Местоположение изученного разреза.
1 – местоположение разреза; 2 – НП «Орловское Полесье»; 3 – Орловская область.

Материал и методы исследований

Описание болотной растительности, бурение торфяной залежи и отбор образцов на спорово-пыльцевой и детальный ботанический анализ торфа, а также радиоуглеродное датирование проводились в ходе полевых работ 2012-2013 г.г. Определение абсолютного возраста образцов выполнено в Радиоуглеродной лаборатории Института географии РАН (г. Москва).

Обработка проб для анализа ботанического состава торфа осуществлялась по методике С.Н. Тюремнова [19]. Степень разложения торфа определялась микроскопическим методом [12]. Образцы для спорово-пыльцевого анализа были подготовлены по стандартной методике с применением йодисто-кадмиевой тяжелой жидкости с удельным весом 2.2 г/см³ [3]. Палинологический анализ выполнен для серии образцов с интервалом отбора 5 см. Идентификация микрофоссилий осуществлялась под микроскопом Motic-B1-220A при увеличении ×400 с привлечением опубликованных атласов и ключей [9; 10; 16; 27; 28; 29]. В каждом образце подсчитано не менее 500 пыльцевых зерен, споры и редкие переотложенные микрофоссилии подсчитаны в дополнение. Обработка данных и построение спорово-пыльцевой диаграммы проводились с помощью пакета программ Tilia/TiliaGraph/TGView [23; 24]. За 100% принята сумма пыльцы древесных и кустарниковых (AP) и травянистых и кустарниковых растений (NAP). Процентные соотношения спор и переотложенных микрофоссилий рассчитаны от этой суммы. Для определения концентрации пыльцы и спор в торфе образцы объемом 1 см³ обрабатывались с добавлением таблетированных спор-

маркеров *Lycopodium* [30].

Для периодизации событий голоцена учитывалась хроностратиграфическая схема Блитта-Сернандера в модификации для Восточно-Европейской равнины Н.А. Хотинского [21].

Результаты исследований Ботанический анализ торфа

В изученной торфяной залежи выделены 3 части: 2–10 см верховой, 10–15 см – переходный и 15–100 см – низинный торф. Наибольшую мощность имеет нижняя часть, представленная низинным торфом, в связи с чем торфяная залежь отнесена к низинному типу (рис.2).

В строении залежи принимают участие следующие виды торфа:

Торф травяно-гипновый низинный с песком (глубина 95–100 см), степень разложения $R=55–65\%$. В составе торфа преобладают остатки гипновых мхов (35%). Существенную роль играют и остатки травянистых растений: вейник (*Calamagrostis*) и другие травы составляют 40%, осока (*Carex* sp.) – 25%. Единично отмечены остатки вахты и сфагновых мхов. Остатков древесных пород не отмечено. В составе торфа присутствует песок, подстилающий торфяную залежь.

Торф травяной низинный (глубина 70–95 см), $R=50–60\%$. Характеризуется преобладанием остатков травянистых растений (вейник и другие травы), которые составляют до 65% залежи на глубине 76–79 см. Подчиненную роль играют остатки осок (*Carex* sp., *C. lasiocarpa*, *C. Cespitosa* – до 12–25%) и гипновых мхов (4–15%). Отмечены остатки древесных пород (до 20–25% в верхней части слоя). Доминирует сосна (до 15%). Наряду с этим участие травянистых растений снижает-

ся до 25%, остатки осок составляют также 25%.

Торф сосновый низинный (65–70 см) характеризуется более низкой степенью разложения (45–50%) и резким преобладанием остатков сосны (55%); отмечены остатки ели и ивы. Остатки осок (*Carex* sp., *C. lasiocarpa*) составляют 15%, другие травы – 7%, стебли гипновых мхов – 10%. Отмечены остатки вахты, сальника, хвоща.

В прослойке сосново-травяного низинного торфа (60–65 см) доля остатков сосны уменьшается до 35%, остатки трав составляют 45%. На глубине 50–60 см в составе сосново-осокового низинного торфа содержание остатков сосны составляет 35–55%, среди остатков недревесных растений преобладают остатки осок (25–30 % от общего количества остатков). Степень разложения торфа $R=50–60\%$.

Осоково-гипновый низинный торф (глубина 45–50 см) характеризуется более высокой степенью разложения ($R=60–65\%$) и преобладанием остатков гипновых мхов (45%). Подчиненную роль играют остатки осок (*C. lasiocarpa*, 30%); из древесных пород отмечены остатки сосны (2%).

Вышележащий осоковый низинный торф (45–50 см) отличается сравнительно низкой степенью разложения ($R=5–50\%$) и резким увеличением содержания остатков осок (70%).

В сосновом низинном торфе (глубина 35–40 см, степень разложения $R=50–55\%$) остатки сосны составляют 75%. Прочие торфообразователи представлены остатками осок и трав, а также гипновых мхов. Возможно, такие изменения состава торфа отражают последствия пожара.

На глубине 30–35 см залегает сосново-травяной ни-

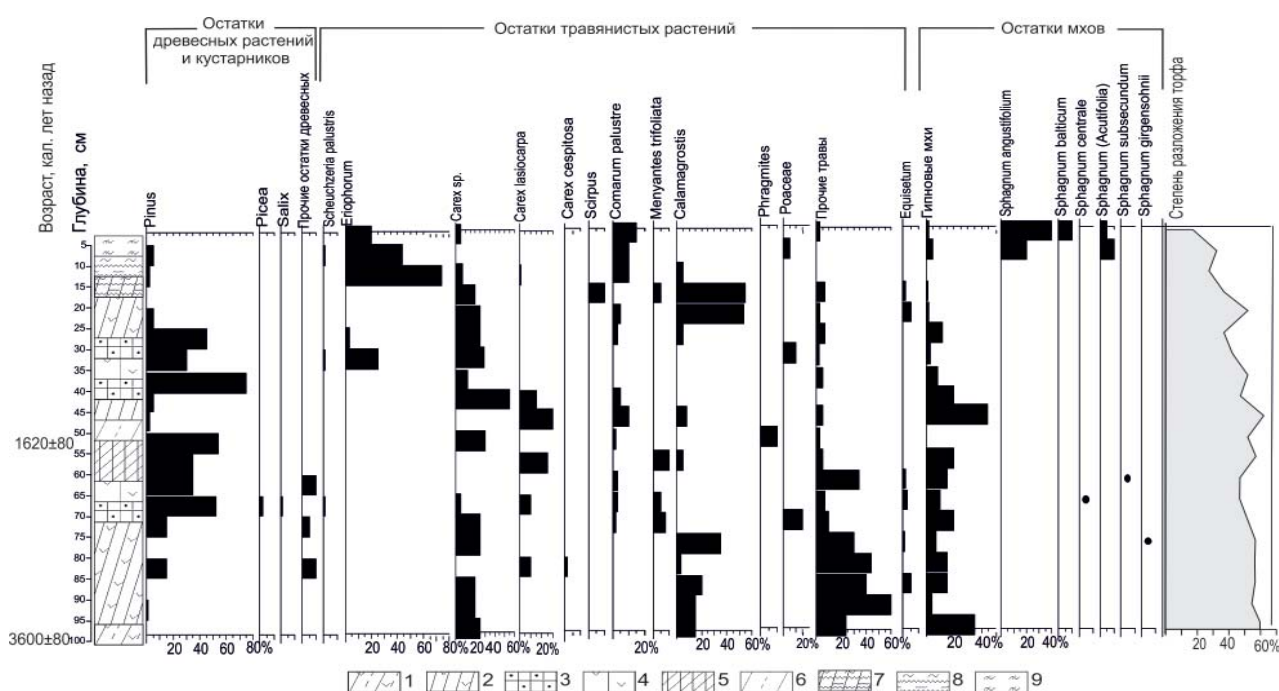


Рис. 2. Ботанический состав торфа.

Типы торфа: 1 – травяно-гипновый низинный с песком; 2 – травяной низинный; 3 – сосновый низинный; 4 – сосново-травяной низинный; 5 – сосново-осоковый низинный; 6 – осоково-гипновый низинный; 7 – пушицевый переходный; 8 – пушицево-сфагновый верховой; 9 – сфагновый верховой.

зинный торф, несколько менее разложенный ($R=40\text{--}45\%$), в котором доля остатков сосны снижается до 30%. Травянистые растения представлены остатками осок (30%), пушицы (25%) и злаков (10%). Отмечены остатки шейхцерии. Сосновый низинный торф на глубине 25–30 см отличается еще более низкой степенью разложения ($R=35\text{--}40\%$) и увеличением содержания остатков сосны до 45%.

Торф травяной (вейниковый) низинный (15–25 см). Степень разложения уменьшается от 50–55% в нижней части слоя до 35–40% в верхней. Преобладают остатки вейника (*Calamagrostis canescens*) (55%), заметную роль играют остатки осок (20–25%). Содержание остатков сосны резко снижается до 5% в нижней части слоя, в верхней части их не отмечено. В незначительных количествах присутствуют остатки камыша, вахты, хвоща, сфагновых и гипновых мхов.

Торф пушицевый переходный (10–15 см, $R=25\text{--}30\%$) характеризуется резким преобладанием остатков пушицы (75%). Подчиненную роль играют остатки осоки, вейника и сабельника. Вновь отмечены в небольших количествах остатки сосны (2%).

Пушицево-сфагновый верховой торф (глубина 5–10 см), $R=30\text{--}35\%$. Содержание остатков пушицы снижается до 45%. До 30% возрастает участие сфагновых мхов (*Sphagnum angustifolium*, *S. balticum*, *S. сек. Acutifolia*). Из древесных пород присутствуют остатки сосны (5%). Отмечены остатки шейхцерии.

Верхний слой болота (2–5 см) образован торфом сфагновым верховым с преобладанием остатков сфагновых мхов (55%) и степенью разложения 15–20%. В его составе в заметных количествах присутствуют остатки пушицы и сабельника.

Спорово-пыльцевой анализ

Результаты изучения поверхностных проб.

Для уточнения интерпретации данных спорово-пыльцевого анализа на территории НП «Орловское Полесье» было изучено 7 поверхностных проб в различных растительных сообществах. Пробы отобраны последовательно в верхней части сфагновой «подушки» на болоте в окружении сосново-широколиственных лесов, в поверхностном слое почвы в чистом сосняке, в смешанном дубово-липово-сосновом лесу и вне лесного массива на зарастающем поле (рис.3).

Полученные данные показали, что во всех пробах за исключением последней, отобранной на залежи, доля пыльцы древесных растений превышает 90%. Преобладает пыльца сосны (от 70 до 85%) и березы (около 15–20%). Содержание пыльцы дуба и лещины не превышает 5%, пыльца остальных широколиственных пород деревьев представлена единично. Подобные соотношения в группе пыльцы древесных отражают реальную картину состава древостоев. Ввиду того, что на территории НП «Орловское Полесье» основными почвообразующими породами являются зандровые пески, широкое распространение здесь получили сосновые и широколиственно-сосновые леса. В небольшом количестве в поверхностных пробах отмечена пыльца ели, южная граница ареала которой проходит вблизи национального парка.

В составе спорово-пыльцевых спектров отражены антропогенно обусловленные нарушения растительного покрова. Так, в поверхностной пробе, отобранной на зарастающем поле у края лесного массива, доля пыльцы травянистых растений и таксономиче-

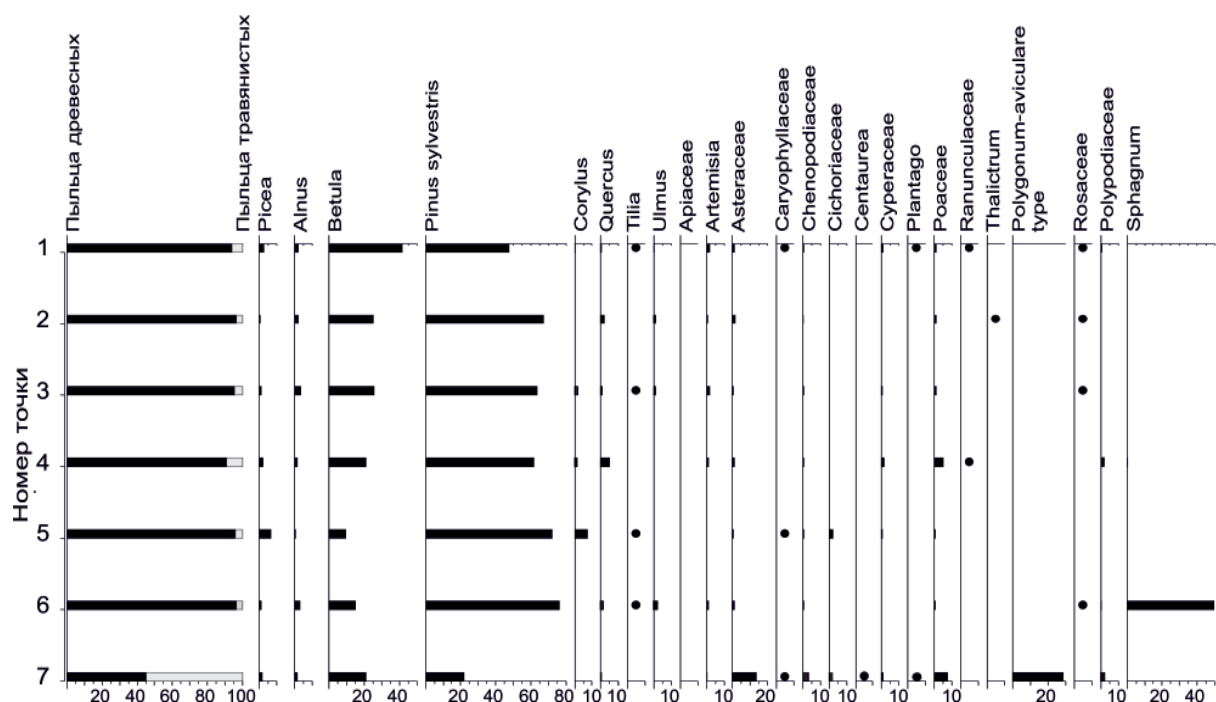


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма поверхностных проб территории НП «Орловское Полесье».

Точки отбора: 1 – переходное пушицево-сфагновое болото с сосной в окружении сосново-березового леса; 2 – сосновый лес; 3 – дубово-сосновый лес; 4 – дубово-сосновый лес с участием липы и ели; 5 – дубово-сосновый лес с участием липы; 6 – переходное пушицево-сфагновое болото с сосной в окружении дубово-соснового леса; 7 – разнотравно-злаковый луг, залежь.

ское разнообразие этой группы существенно возрастает. Увеличивается доля пыльцы Asteraceae, Poaceae, Cichoriaceae, Chenopodiaceae, появляется пыльца *Plantago*, *Centaurea*. Обращает на себя внимания значительное участие (до 30%) в спектре пыльцы горца птичьего (*Polygonum-aviculare*-type), являющегося индикатором уплотненных и нарушенных грунтов.

Результаты изучения разреза торфяных отложений.

Изменения концентрации пыльцы и общего состава спектров, а также процентных соотношений между индикаторными видами позволили разделить спорово-пыльцевую диаграмму разреза на 8 локальных пыльцевых зон (рис. 4, рис. 5).

Зона 1 (93–100 см) характеризуется относительно высоким (до 80–90%) содержанием пыльцы древесных пород. Доминирует пыльца березы (20–30%) и сосны

(40–60%), в небольшом количестве присутствует пыльца широколиственных пород деревьев (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*), а также ольхи и лещины. В группе пыльцы трав преобладает пыльца полыни (*Artemisia* sp.) и злаков (Poaceae), разнотравье представлено преимущественно пыльцой Rosaceae, Papaveraceae, Caryophyllaceae. Общая доля пыльцы травянистой группы не превышает 3–5%. Единично регистрировалась пыльца культурных злаков и сорных растений (*Centaurea cyanus*, *Rumex*, *Convolvulus*). Содержание спор, преимущественно папоротников семейства Polypodiaceae, не превышает нескольких процентов.

В пыльцевых спектрах зоны 2 (73–93 см) доля участия пыльцы широколиственных древесных пород возрастает до 12%, также существенно увеличивается концентрация пыльцы этих таксонов. При этом доля пыльцы

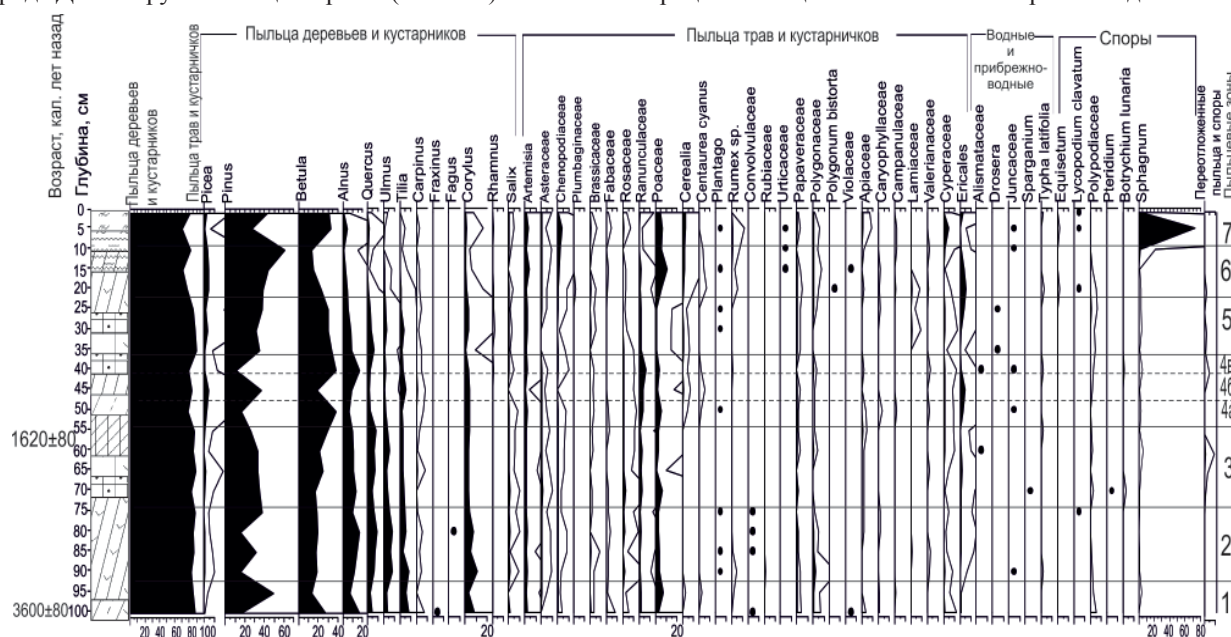


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза торфяника
(прозрачные контуры – увеличение % содержания базового таксона $\times 10$).

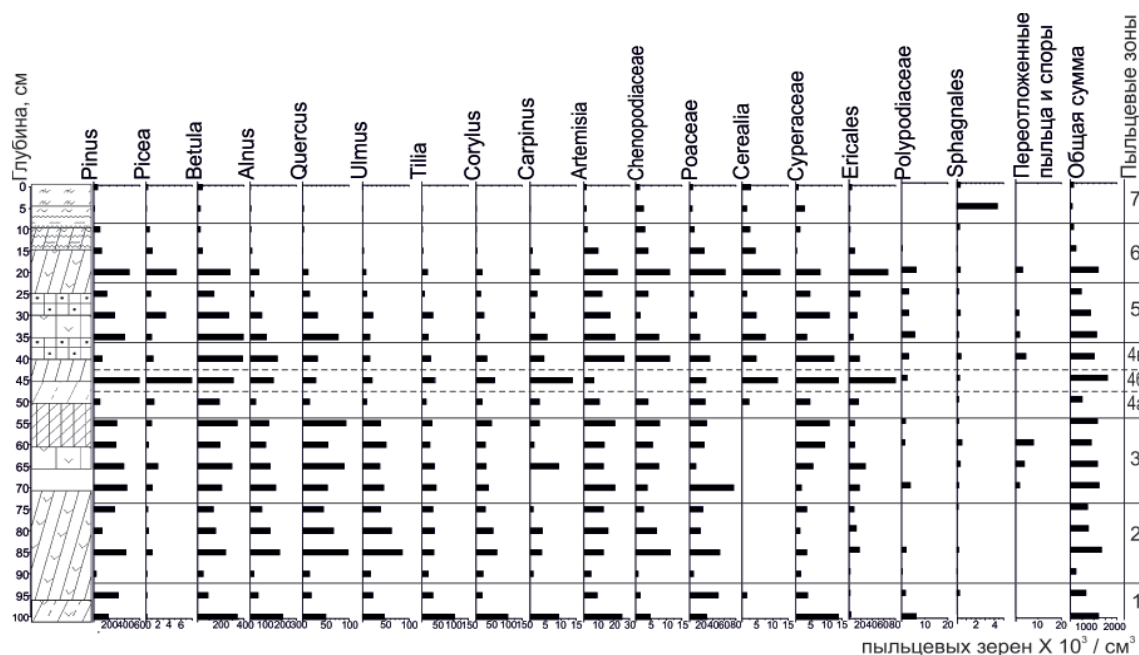


Рис. 5. Концентрация пыльцы и спор, г/см³ $\times 10^3$.

сосны снижается. Отмечены пыльцевые зерна граба и бука. Пыльца культурных злаков не обнаружена, однако, пыльца видов-индикаторов антропогенных нарушений растительного покрова (*Plantago*, *Rumex*, *Convolvulus*) постоянно присутствует в спектрах. Состав и соотношение основных компонентов пыльцевых спектров зоны 3 (53-73 см) в целом сходны с предыдущей зоной, однако увеличивается содержание пыльцы сосны и полностью исчезают таксоны-индикаторы хозяйственной деятельности человека.

Зона 4 (35-55 см). Изменения процентных соотношений между пыльцой основных лесообразующих пород деревьев позволяют разделить эту зону на три подзоны. В спектрах подзоны 4а (47-53 см) преобладает пыльца березы, при этом доля пыльцы широколиственных деревьев и ее концентрация резко сокращаются. Увеличивается содержание пыльцы трав, в основном, за счет пыльцы *Poaceae* и *Ranunculaceae*, вновь появляется пыльца хлебных злаков и сорных растений. В подзоне 4б (40-47 см) увеличивается процентное содержание и концентрация пыльцы сосны и ели. Продолжает расти доля участия пыльцы *Cerealia* и видов, индикаторов антропогенных нарушений растительности. В подзоне 4в (35-40 см) вновь увеличивается доля пыльцы березы и трав.

Зона 5 (23-35 см) характеризуется увеличением содержания и концентрации пыльцы сосны и широколиственных растений. Несмотря на уменьшение доли пыльцы березы и ели в спектрах, ее концентрация остается достаточно высокой, что свидетельствует о сохранении их роли в составе растительных сообществ.

В зоне 6 (8-23 см) отмечено резкое сокращение концентрации и процентной доли пыльцы широколиственных пород деревьев, увеличивается содержание пыльцы сосны и травянистых растений, злаков и полыней, а также кустарничков порядка *Ericales*. Общая концентрация пыльцы и спор деревьев в спектрах резко уменьшается, что, вероятнее всего, связано не с изменением их пыльцевой продуктивности и участия в составе растительных сообществ, а с уменьшением скорости разложения торфа и формированием переходного и верхового типов торфа, для которых характерны более низкие значения концентрации пыльцы, чем для хорошо разложившихся низинных торфов. Вместе с тем увеличение концентрации травянистых таксонов – *Artemisia*, *Chenopodeaceae*, *Poaceae*, культивируемых злаков и сорняков указывает на расширение площадей открытых луговых участков и сельскохозяйственных земель.

К отличительным особенностям пыльцевых спектров зоны 7 (0-8 см) отнесены пик содержания спор сфагновых мхов (до 60%), а также уменьшение содержания пыльцы сосны и увеличение доли березы.

Обсуждение результатов

Согласно полученным радиоуглеродным датировкам, формирование болотной экосистемы началось 3600±80 календарных лет назад в суббореальном периоде голоцена. Заболачивание началось в небольшом межгрядовом понижении рельефа, сложенном флювио-

гляциальными песками. Интенсивный сток с минеральных почв способствовал произрастанию влаголюбивых эвтрофных видов – гигрофильных зеленых (глиновых) мхов и трав (вейника, вахты, осок и др.). Постепенно на болоте начала расселяться сосна.

Согласно данным спорово-пыльцевого анализа на окружающей территории в течение временного интервала от 3600±80 до 1620±80 календарных лет назад были распространены широколиственно-сосновые леса с участием дуба, вяза и липы и подлеском из лещины и березово-сосновые леса (рис. 4, палинозоны 1-3). Песчаные почвы, распространенные вокруг болота, благоприятствовали произрастанию сосны, поэтому доля ее пыльцы оставалась достаточно высокой на протяжении всего времени формирования разреза торфяника. Возможно, в ископаемых спектрах часть ее пыльцы принадлежит деревьям, произраставшим непосредственно на болоте.

В спорово-пыльцевых спектрах присутствуют единичные зерна граба и бука. Реконструкции палеоареала расселения граба в данный период голоцена указывают на существенное продвижение его границ в центральные районы Восточно-Европейской равнины [18,21], поэтому можно допустить определенную долю его участия в лесных сообществах изучаемого региона. Бук, по всей вероятности, в бассейне верхней Оки в голоцене не произрастал [2]. Появление же его пыльцы в спектрах из НП «Орловское Полесье» может быть объяснено ветровым заносом в результате усиления интенсивности атмосферной циркуляции и западного воздушного переноса и, возможно, более продвинутой к востоку границей расселения бука.

Присутствие пыльцы культурных злаков, повышенное содержание пыльцы сосны и относительно низкая доля пыльцы широколиственных пород в нижней части разреза, вероятно, свидетельствует о нарушениях лесного массива древними земледельцами раннего железного века. Согласно археологическим данным на территории НП «Орловское Полесье» в эту эпоху располагалось укрепленное поселение – городище Радовище, основанное в середине I тыс. до н. э. [7]. Однако хозяйственная деятельность человека в эпоху раннего железного века, по-видимому, не приводила к серьезным перестройкам растительного покрова [22].

На рубеже около 1400 календарных лет назад произошли заметные изменения как в локальной экосистеме болота, так и в растительности современной территории национального парка. Доля широколиственных пород в древостое резко сокращается, на что указывает уменьшение до нескольких процентов доли их пыльцы в спектрах и существенное уменьшение ее концентрации в торфе. Одновременно резко увеличивается содержание пыльцы березы (рис. 4, палинозона 4а), затем сосны (палинозона 4б) и выше по разрезу снова березы (палинозона 4в). В этом же интервале вновь появляется пыльца культурных злаков, отмечена пыльца василька синего и подорожника. В разрезе торфяной залежи на этом уровне отмечены прослойки угля, а также реконструирована смена типа торфа. На глубине 45-50 см

сформировался осоковый низинный торф, для которого характерно увеличение содержания остатков осоки при резком сокращении доли остатков древесины и коры сосны и прочих компонентов. Очевидно, пожары, охватившие прилегающую территорию, затронули и болотную экосистему, уничтожив растительное сообщество и, возможно, верхние горизонты торфяной залежи. С глубины 40 см доля сосны среди макроостатков снова резко возрастает. Вероятно, это связано с тем, что вброс зольных элементов и некоторое иссушение субстрата после пожара создали благоприятные условия для широкого расселения сосны на болоте.

Изменения пыльцевых спектров и состава торфяной залежи с очевидностью указывают на усиление антропогенного пресса с доминированием подсечно-огневого способа земледелия, при котором большие площади лесов вначале уничтожались примитивными масштабными палами, затем выжженные земли использовались в течение нескольких лет, а впоследствии забрасывались [22]. Такой способ обработки земли широко использовался в аграрной экономике племен – носителей почепской и мощинской культур раннего железного века. Ряд археологических памятников этой эпохи расположен на северо-западе Орловской области [14]. На территории национального парка известна группа селищ Булатово, которые также относятся к раннему железному веку и характеризуются керамикой предположительно почепской культуры (I-III вв. н. э.) [7].

Чередования пиков на кривых пыльцы сосны, березы и широколиственных пород, прослойки угля в торфе указывают на то, что циклы подобной обработки земель имели место на территории парка неоднократно. Увеличение концентрации переотложенной дочетвертичной пыльцы в некоторых горизонтах торфа (рис. 5) свидетельствует о развитии эрозии почв на прилегающей территории, которая, вероятно, также была вызвана нарушением лесной экосистемы.

Вышеупомянутые нарушения пыльцевых спектров несколько замаскировали ландшафтно-климатические изменения раннего субатлантического периода, которые на территории Восточно-Европейской равнины связываются с увлажнением климата [21]. Однако за отражение данных климатических изменений можно принять небольшое увеличение концентрации и доли пыльцы ели в пыльцевых спектрах подзоны 4б. Как известно, ель относится к группе растений, требовательных к условиям увлажнения [20], поэтому изменения ее кривой на диаграмме из национального парка могут свидетельствовать об экспансии ели в изучаемый регион из таежной зоны, где ее верхний максимум зарегистрирован на всех спорово-пыльцевых диаграммах и относится еще к суббореальному времени [21]. Присутствие макроостатков ели в торфе является свидетельством ее произрастания на территории НП «Орловское Полесье». Возможно, при сведении лесов ель получила конкурентные преимущества в сравнении с широколиственными деревьями и на короткое время смогла увеличить численность своей популяции, но в дальнейшем, при восстановлении сосново-широколиственных

лесов (рис. 4, палинозона 5) ее участие в составе лесных сообществ вновь сократилось.

Данные археологических исследований свидетельствуют о существовании в XIV-XVII в.в. на территории НП городища Хотимль-Кузменково [7,14], население которого активно занималось расширением площади сельскохозяйственных земель и вырубкой широколиственных лесов. Их замещение вторичными древостоями нашло отражение в составе пыльцевых спектров верхней части разреза (рис. 4, глубина 0-20 см, палинозоны 6-7), особенно тех, которые характеризуют растительные сообщества прошедших 500-600 лет. Доля широколиственных пород становится почти ничтожной, возрастает роль сосны, а затем березы. В спектрах увеличивается содержание и концентрации пыльцы злаков в том числе культурных форм, полыни, маревых, постоянно присутствует пыльца сорных видов: василька синего, подорожника, щавеля, появляется пыльца крапивы. В современных пыльцевых спектрах эти признаки указывают на усиление антропогенного пресса на лесные экосистемы.

Следует отметить, что за прошедшие несколько столетий на фоне резкого уменьшения доли участия широколиственных пород в лесных сообществах вновь увеличивается численность ели, что мы склонны объяснять не реакцией на изменения условий влагообеспеченности, а конкурентными преимуществами на границе ее ареала.

В болотной экосистеме в рассматриваемый период произошли закономерные изменения, связанные с ее саморазвитием. В строении торфяной залежи на глубине 20 см зафиксирована смена низинного торфа пушицевым переходным. Продолжающееся обеднение минерального питания обусловило доминирование сфагновых мхов, о чем свидетельствует обилие их макроостатков в торфе (*Sphagnum angustifolium*, *S. balticum*, *S. (Acutifolia)*) и резкий пик (до 60%) содержания их спор в спектрах на глубине 10 см. Таким образом, болото перешло в олиготрофную стадию развития сравнительно недавно. Для большинства болот Среднерусской возвышенности, формирующихся в понижениях рельефа на песках, напротив, характерна короткая эвтрофная стадия и быстрый переход к мезотрофной и олиготрофной стадиям, так как поверхностные воды таких местообитаний обеднены минеральным питанием [1]. Вероятно, периодические пожары на территории национального парка в позднем голоцене, затрагивавшие в особенно сухие годы и само болото, способствовали обогащению торфяной залежи зольными элементами и сохранению локальных условий для произрастания эвтрофной растительности.

Заключение

Палеогеографическое изучение разреза болота на северо-западе Орловской области позволило реконструировать динамику растительности на протяжении трех с половиной тысяч лет как на локальном, экосистемном уровне, так и на региональном уровне – на территории НП «Орловское Полесье». Согласно полученным

данным, в позднем голоцене здесь произрастали сосновые и сосново-широколиственные леса с участием дуба, вяза и липы.

Раннее хозяйственное освоение территории привело к тому, что начиная примерно с 1600 календарных лет назад, периодические пожары привели к обеднению состава и сокращению доли широколиственных пород деревьев в составе лесов, а также оказали влияние на развитие локальной растительности болотной экосистемы. Тем не менее, несмотря на значительный антропогенный прессинг, сосново-широколиственные леса сохраняли доминирование в растительном покрове изучаемой территории вплоть до последних примерно 500 лет, когда они были замещены вторичными лесами.

«Пионерные» исследования разреза торфяника в НП «Орловское Полесье» позволили выявить важную за-

кономерность в изменении численности ели на рассматриваемой территории. Установлено, что увеличение содержания ее пыльцы в разрезе совпадает с пиками содержания пыльцы растений-индикаторов нарушения растительности в результате хозяйственной деятельности человека. По-видимому, распространение ели в Орловской области в позднем голоцене обусловлено не столько изменением климатических условий, в частности, ростом влагообеспеченности, сколько конкурентными преимуществами, полученными в процессе уничтожения широколиственных лесов земледельцами.

Авторы глубоко признательны директору НП «Орловское Полесье» О.М. Пригоряну и директору Селиховской средней школы Знаменского района М.И. Думчеву за всестороннюю помощь в работе.

Библиографический список

1. Волкова Е.М., Головченко А.В., Самощенко Н.В., Музафаров Е.Н. Микробиологическая характеристика торфов Тульской области. Изв. Тул. гос. ун-та. Естественные науки. 2010; №1. С. 204–214.
2. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Книга 1. Смирнова О.В. (ред.). М.: Наука, 2004.
3. Гричук В.П. Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа. Проблемы физической географии. 1940; №8. С. 53–58.
4. Еленевский А.Г., Радыгина В.И. Определитель сосудистых растений Орловской области. М.: МПГУ, 2005.
5. Киселева Л.Л. Новые виды для флоры Орловской области. Бот. журн. 2008; Т. 93. №3. С. 472–475.
6. Климанов В.А., Серебряная Т.А. Изменения растительности и климата на Среднерусской возвышенности в голоцене. Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1986; №2. С. 93–101.
7. Красницкий Л. С., Краснощекова Л. Н. Краеведческие записки. Орел: Вешние воды, 2006.
8. Крупенина Л.А. Возраст и условия осадконакопления пойменных отложений рек Сейма и Крома. Известия Академии Наук, сер. геогр. 1974; №2. С. 82 – 89.
9. Куприянова Л.А. Палинология сиреневых. М.: Наука, 1965.
10. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца двудольных флоры Европейской части СССР. Л.: Наука, 1978.
11. Лаврушевич А.И., Шмелев Д.П. Геологическое строение, геоморфология и полезные ископаемые. В кн. Изучение географии Орловской области в школе. Тихий В.И. (ред.) Орел, 1997. С. 33–54.
12. Лиштва И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. Минск: Наука и техника, 1975.
13. Национальные парки России. Северо-Запад и центр. Куций А.А. (ред.). М.: Вокруг Света, 2007.
14. Никитина В.Н. Археология Орловской области. Калуга, 1992.
15. Новенко Е.Ю., Гласко М.П., Волкова Е.М., Зюганова И.С. Динамика ландшафтов и климата бассейна Верхнего Дона в среднем и позднем голоцене. Известия Академии Наук, сер. геогр. 2013; 2. №С. 68–82.
16. Пыльцевой анализ. Покровская И.М. (ред.). Госгеоллиздат, М., 1950.
17. Серебряная Т.А. Взаимоотношения леса и степи на Среднерусской возвышенности в голоцене. в кн. История биоценозов СССР в голоцене. Л.Г. Динесман (ред.). М.: Наука, 1976. С. 59–166.
18. Смирнова О.В., Турубанова С.А., Бобровский М.В. Реконструкция истории лесного пояса Восточной Европы и проблема поддержания биологического разнообразия. Успехи современной биологии. 2001; 121/2. С. 144–159.
19. Тюрин С.Н. (ред.) Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.; Л.: Госэнергиздат, 1959.
20. Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Карпов В.Г. (ред.) Л.: Наука, 1983.
21. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977.
22. Чапкевич Е. И. История Орловского края с древнейших времен до конца 19 в. Орел, 2004.
23. Grimm E.C. Tilia and TiliaGraph PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, working group on data-handling methods. Newsletter. 1990, №4. Pp. 5–7.
24. Grimm, E.C., 2004. TGView. Illinois State Museum, Research and Collections Center, Springfield.
25. Novenko E.Yu., Glasko M.P., Burova O.V. Landscape and climate dynamics and land use in the Late Holocene forest-steppe ecotone of the East European Plain (upper Don River Basin case study). Quaternary International. 2009; 203. С. 113–119.
26. Novenko E. Yu., Volkova E. M., Glasko M. P., Zaganova I. S. Palaeoecological evidence for the middle and late Holocene vegetation, climate and land use in the upper Don River basin (Russia). Vegetation History and Archaeobotany. 2012; 21, 4–5. Pp. 337–352.
27. Reille, M., 1992. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
28. Reille, M., 1995. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, supplement 1. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
29. Reille, M., 1998. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, supplement 2. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
30. Stockmarr J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. Pollen et Spores. 1971; No13. Pp. 615–621.

References

1. Volkova E.M., Golovchenko A.V., Samoshenkova N.V., Musafarov E.N. Microbiological characteristics of the peat in the Tula region. Tula State Pedagogical University, Izvestiya. Ser. Earth Sci. 2010; 1. Pp. 204–214.
2. East European Forests: History in Holocene and present state. Book 1. Smirnova O.V. (ed.). M.: Nauka-press, 2004.
3. Grichuk V.P. Method of treatment of sediments poor in organic remains for pollen analysis. Problems of Phys. Geography 1940; 8: Pp.53–58.
4. Elenevsky A.G., Radygina V.I. Vascular plants of the Orel region. Field guidebook. Moscow: MPSU press, 2005.
5. Kiseleva L.L. New species in the flora of the Orel region. Botanical journal 2008; 93, 3. Pp. 472 – 475.
6. Klimanov V.A., Serebryannaya T.A. Vegetation changes and climate of the Mid-Russian upland in the Holocene. Izvestiya Akademii Nauk, Ser. Geogr. 1986; 2. Pp. 93–101.
7. Krasnitsky L.S., Krasnoschekova L. N. Locale lore notes. Archaeology of Orel district. Orel: Veshnie vody press, 2006.

8. *Krupenina L.A.* The age and sedimentation conditions of the flood-plain deposits of the Seim and Kroma rivers. *Izvestiya Akademii Nauk, Ser. geogr.* 1974; 2. Pp. 82 - 89.
 9. *Kupriyanova L.A.*, 1965. *Palinologiya Serezhkotsvetnykh* (Palynology of the Amentiferous). Nauka, Moscow (in Russian).
 10. *Kupriyanova L.A., Aleshina L.A.*, 1978. *Pyltsa Dvudolnykh Flory Evropeiskoi chasti SSSR* (Pollen of Dicotyledons from the Flora of the European Part of USSR). Nauka, Leningrad (in Russian).
 11. *Lavrusevich A.I., Shmelev D.P.* Geology aspects, geomorphology and mineral resources. *Tihy V.I.* (ed.) *Study of geography of Orel region in the school*. Orel, 1997: Pp. 33 - 54.
 12. *Lishtvan I.I., Korol N.T.* The main properties of peat and methods of its determination. Minsk: Nauka i Technika press, 1997.
 13. National parks of Russia. North-West and the Center. *Kutsiy A.A.* (ed.) Moscow: Vokrug Sveta press, 2007.
 14. *Nikitina V.N.* Archaeology of Orel region. Kaluga, 1992.
 15. *Novenko E.Yu., Glasko M.P., Volkova Ye.M., Zukanova I.S.* Landscape and Climate Dynamics of the Upper Don River Basin in the Mid- and Late Holocene. *Izvestiya Akademii Nauk, Ser. geogr.* 2013; 2: Pp.68 - 82.
 16. Pollen analysis. *Pokrovskaya, I.M.* (Ed.) 1950. Gosgeolizdat, Moscow.
 17. *Serebryannaya T.A.* The interaction between forest and steppe in the Holocene in the Central Russian Plain. in *L.G. Dinesman* (ed.) *The history of biocenosis of the USSR in the Holocene*. Moscow: Nauka press, 1976: Pp. 59 - 166.
 18. *Smirnova O.V., Turubanova S.A., Bobrovsky M.V.* Reconstruction of history of the Eastern European forest belt and problem of biodiversity sustentation. *Progress of modern biology*. 2001; 121/2: Pp. 144-159.
 19. *Tyuremnov S.N.* (ed.) *Atlas of macroremains occurring in the peats*. Moscow - Leningrad.: Gosenergoizdat press, 1959.
 20. Factors of regulation of spruce forest ecosystems. *Karpov V.G.* (ed.). L.: Nauka-press, 1983.
 21. *Khotinsky N.A.* The Holocene of Northern Eurasia. Moscow: Nauka press, 1977.
 22. *Chapkevich E.I.* History of the Orel region from the earliest ages until the end of 19 sc. Orel, 2004.
 23. *Grimm E.C.* Tilia and TiliaGraph PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, working group on data-handling methods. Newsletter. 1990, 4: Pp. 5-7.
 24. *Grimm E.C.*, 2004. TGView. Illinois State Museum, Research and Collections Center, Springfield.
 25. *Novenko E.Yu., Glasko M.P., Burova O.V.* Landscape and climate dynamics and land use in the Late Holocene forest-steppe ecotone of the East European Plain (upper Don River Basin case study). *Quaternary International*. 2009; 203:113-119.
 26. *Novenko E. Yu., Volkova E. M., Glasko M. P., Zukanova I. S.* Palaeoecological evidence for the middle and late Holocene vegetation, climate and land use in the upper Don River basin (Russia). *Vegetation History and Archaeobotany*. 2012; 21, 4-5: Pp. 337-352.
 27. *Reille M.*, 1992. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
 28. *Reille M.*, 1995. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, supplement. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
 29. *Reille M.*, 1998. Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord, supplement 2. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
 30. *Stockmarr J.* Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*. 1971; 13: Pp.615-621.
-
-

УДК 577.346

UDC 577.346

Л.Н. ТРОФИМЕЦ

кандидат географических наук, доцент, кафедра географии, Орловский государственный университет
E-mail: trofimetc_l_n@mail.ru

Е.А. ПАНИДИ

кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра картографии и геоинформатики, Санкт-Петербургский государственный университет
E-mail: panidi@yandex.ru

В.Н. МИЛЕНТЬЕВ

зам. директора, Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский»
E-mail: v.milentev@yandex.ru

L.N. TROFIMETZ

Candidate of geographical sciences, associate professor of geography, Orel State University
E - mail: trofimetc_l_n@mail.ru

E.A. PANIDI

Candidate of technical sciences, senior teacher of cartography, Saint-Petersburg State University
E - mail: panidi@yandex.ru

V.N. MILENTEV

Deputy Director of the Centre of chemicalization and agricultural radiology "Orel"
E - mail: v.milentev @ yandex.ru

ПОЛЕВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКЛОНОВОГО СМЫВА В ЗОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗА И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА*

THE FIELD EXPERIMENTAL STUDY OF THE SLOPE IN THE ZONE OF SPREADING OF PALEOCRYOGENESIS AND THE MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE RELIEF

Анализ распределения гумуса и цезия-137 на пахотном склоне в области распространения палеокриогенного микро-рельефа позволил количественно оценить влияние профильной кривизны и площади сбора на величину активности цезия-137 в тальвегах понижений и на водораздельных поверхностях блочных повышений и идентифицировать потери серой лесной почвы по значению активности цезия-137 в слое 0-20 см.

Ключевые слова: цезий-137, гумус, экспозиция, серые лесные почвы, смыв, площадь сбора.

The analysis of the distribution of humus and cesium-137 on arable slope in the area of spreading of the paleocryogenic microrelief allowed to quantify the influence of profile curvature and area collection activity by the amount of cesium-137 in thalwegs slides and block surfaces in watershed increases, and to identify the loss of gray forest soil by cesium activity value -137 in the 0-20 cm layer

Keywords: Cesium-137, humus, exposure, gray forest soils, runoff, collecting area.

В работе «Геоморфологические и палеогеографические аспекты проблемы эрозии почв» [9] Д.А. Тимофеев писал: «...поперечная дифференциация рельефа, накладывающаяся на продольную, выявляется не при изучении почвенно-геоморфологических профилей (катен), а при анализе морфологии склонов вдоль долинно-балочной сети. Она обусловлена ...расчленением склонов сетью ложбин и зачаточных балок – притоков основной балки или долины». Проиллюстрировать это утверждение может фрагмент космического снимка на рис.1. Как уже неоднократно упоминалось, такой характер поверхности обусловлен проявлениями полигонально – блочно-го микро-рельефа криогенного происхождения [1, 7, 10, 11]. Второе важное замечание ученого касается смыва почвы. Поскольку продукты эрозии на определенном участке водосбора могут откладываться, например, у края лесополосы, то потери почвы будут меньше величины эрозии почвы [3]. «И тем более меньшую величину получим в виде ...суммы наносов на замыкающем створе в ближайшем тальвеге» [9].

По данным Новосильской ЗАГЛОС, величина поверхностного стока с зяби и уплотненной пашни в последние 11 лет была нулевой. Следовательно, нулевым

был смыв почвы. По данным Сурмача [8], при стоке с зяби (для серых лесных почв) 17 мм, коэффициенте стока 0,91 и глубине вспашки 20-22 см смыв почвы составляет 1,15 т/га год. При стоке 0 мм смыв не наблюдается (нулевой).

Экспериментальные исследования в элементах микроручейковой сети 26 апреля 2013 г. [10] показали, что смыв почвы в микроручьях имеет место ежегодно. За период с 1986 по 2013 год величина слоя смытой почвы изменяется (в тальвегах микроручейковой сети) от 0 до 22 см.

Чтобы попытаться выяснить, как положение точки на склоне обуславливает величину смыва почвы на участке собирающего водосбора, «замыкаемого» в этой точке как в условно замыкающем гидрологическом створе, был проведен морфометрический анализ рельефа вдоль трансект и рассчитан запас цезия-137 в точке. Сопоставление запаса цезия-137 в слое 0-20 см с величиной слоя смытой почвы за период с 1986 по 2013 год (рассчитанного по результатам послойного отбора проб почвы и ее радиологического анализа) позволило рассчитать интенсивность смыва (т/га год).

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Орловской области в рамках научного проекта №12-05-97511-р_центр_a

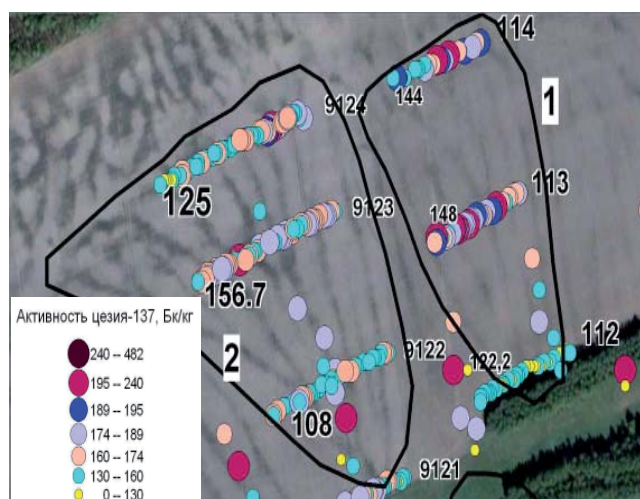


Рис.1. Экспериментальный участок на космическом снимке.
1 – собирающий водосбор. Точки – активность цезия-137. Светлые полосы на космическом снимке – блочные повышения. Темные полосы – межблочные понижения. 112-114 – номера трансект; 122,2; 148; 144 – активность цезия-137 в тальвеге понижения.

Объекты и методы исследования. Основу настоящего исследования составили материалы экспериментальных работ на пахотном склоне реки Сухая Орлица (Орловский район Орловской области). В основу исследования положены результаты радиологического анализа проб почвы, отобранных в точках, расположенных как вдоль падения склона, так и поперек склона (координаты точек фиксировались GPS навигатором Garmin). Пробы (в тальвегах микроручьев) отбирались послойно (через 2 см по глубине почвенного профиля). Также отбирались интегральные образцы из слоя мощностью 0-20 см. Радиологический и агрохимический анализы проводились в Центре химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский». Морфометрический анализ рельефа осуществлялся с использованием слов морфометрических показателей, построенных средствами пакетов ArcGis и SAGA. В статье обсуждаются возможности использования двух основных показателей – площади сбора и профильной кривизны рельефа.

Матрица высот была получена преобразованием горизонталей и высотных отметок данных топографической карты масштаба 1:10000 в матрицу с шагом решетки 10 м. Известно, что цифровые модели рельефа, основанные на регулярных сетках, содержат равномерно разнесенные узлы, шаг которых зависит от особенностей моделируемого рельефа [12]. Выбор шага должен быть в несколько раз меньше линейных размеров базовых форм рельефа. В нашем случае мы исходили из размера форм рельефа, обусловленных размерами блоков и межблочных понижений (именно они обуславливают поперечную дифференциацию рельефа).

Принятие во внимание чередования блочных повышений (шириной 15-30 м) и межблочных понижений (2-10 м) обусловили особенности размещения трансект (поперек склона на разных высотных позициях) и отбор проб почвы через 1,5-2,0 м (с целью «попасть» в межблочья и блочные повышения, в зону аккумуляции у основания блочных повышений). Дифференциация территории полигона исследований с дискретностью

2 метра основывалась на результатах изучения погребенных почв на эталонном участке Пушино [1]. Следует заметить, что почвоведомы сегодня описаны палеокриогенные клиновидные грунтовые структуры и погребенные почвы в лессовидных отложениях Владимирской, Московской, Воронежской областей [1]. Геоморфологами МГУ [2] упомянута клиновидная структура в Новосильском районе Орловской области. Однако в Орловской области подробное изучение влияния палеокриогенеза на строение профилей почв на разных элементах палеокриогенного полигонально-блочного микрорельефа (блочное повышение, межблочное понижение) не проводилось.

В нашем случае размеры блочных повышений – около 15-30 м, межблочных понижений – 2-10 м. Налицо – хорошая сходимость морфометрических параметров с данными по ключевому участку «Пушино» Московской области [1].

Почвоведомы отмечены различия в физико-химических свойствах серых лесных почв на разных элементах палеокриогенного микрорельефа. В частности, Овчинниковым [1] (анализ проводился на водораздельном пространстве в ареале серых лесных почв) приводятся следующие данные, характеризующие содержание гумуса. «В почве межблочья содержание гумуса в дневном гумусовом горизонте 1,85% (увеличиваясь во втором гумусовом горизонте до 2,31%). В почве блока в дневном гумусовом горизонте содержание гумуса 1,5%.

Однако для склоновых поверхностей обнаруживаются несколько иные особенности. Марусовой для серых лесных почв Подмосквы [7] отмечена следующая закономерность. «Содержание гумуса в Апах (0-20 см) на водораздельных пространствах разного уровня (блочных повышениях) 2,14%, в пределах эрозионных сточных ложбин (тальвеги межблочных понижений) 1,75%». Различия в описаниях этих авторов (они работали в районе Пушино) связаны с тем, что Марусова исследовала склоновую поверхность с сетью эрозионных сточных ложбин. В работе Овчинникова приводятся данные, справедливые для плоских водораздельных поверхностей.

Наши данные подтверждают выводы обоих авторов, уточняя и конкретизируя особенности поведения гумуса в почве блоков и межблочных понижений. Наши экспериментальные исследования показали следующее. На водораздельной поверхности (в пределах трансекты 115, которая на космическом снимке не показана) содержание гумуса в межблочном понижении (точка пробоотбора 115.2) в слое 0-20 см составило 3,66%. В слое 20-40 см гумуса несколько больше – 3,70%. В почве блока (точка 115.1) на глубине 0-20 см содержание гумуса – 2,84%, на глубине 20-40 см – 2,90%. То есть, действительно, в почве межблочья содержание гумуса выше, чем в почве блока. Однако на склоновой поверхности смыл меняет выявленные для водораздельных участков закономерности. Из данных, приведенных на рис. 2-6 (в нашем случае исследовалась склоновая поверхность, на которой полигонально-блочный ми-

корокельеф представлен чередованием блоков в форме тетрагонов и межблочных понижений, по которым сформировалась эрозионная микросеть), можно заключить следующее. В тальвегах межблочных понижений отмечается повышенное (по сравнению с почвами блоков) содержание гумуса в том случае, если анализируемый участок находится в зоне вогнутой части склона (формализовано эта зона описывается отрицательными значениями профильной кривизны). Именно этот случай представлен на рис. 2. На рис. 2 приведен фрагмент космического снимка с наложенным на него слоем отрицательной профильной кривизны. Из рисунка становится очевидным, что самая глубокая точка на нивелировочном профиле (ей соответствует максимальное значение площади сбора 3250 кв м) расположена в вогнутой части склона (светлые точки на рисунке идентифицируют отрицательную профильную кривизну, соответствующую зоне аккумуляции). Это значит, что в точке пробоотбора (точка с площадью сбора 3250 кв м и профильной кривизной минус 0,03), расположенной в самой глубокой части нивелировочного профиля, мы будем наблюдать распределение гумуса, соответствующее смытым почвам. На рис.3 приведен нивелировочный профиль, проложенный через блочные повышения и межблочное понижение (глубиной 60 см). Несмотря на небольшое превышение (60 см), содержание гумуса в тальвеге межблочья в слое 0-20 см выше (максимум 4,76%), чем в почве блочного повышения (максимум 4,15%) на 14,7%. По данным рис.3, содержание гумуса в почве блочного повышения опускается до 3,46%, что ниже его содержания в почве межблочья на 37,6%. По данным Овчинникова [1], эта разница (увеличение) составляет 20%. Пониженное содержание гумуса в почве блочных повышений можно объяснить как смывом, так выносом питательных веществ с урожаем. Известно, что микроповышения на полях глубже пахуются, лучше разделяются бороной, высев семян происходит на большую глубину и урожай растений на микроповышениях обычно более высокий [4, 5 и др.].

Влажность почвы в области межблочного понижения (рис.4) (18,8% - 20%) выше, чем влажность почвы в области блока (7% – 13%) в 1,45-2,86 раза. Вдоль трансекты 113 самое высокое содержание гумуса приурочено к притальвеговой области аккумуляции (содержание гумуса в точках, соседних с тальвегом понижения, составляет 4,95). Следовательно, в притальвеговой зоне почва намытая.

Анализ распределения цезия-137 позволил идентифицировать зоны смыва и аккумуляции. Как следует из рис.5, низкие значения активности цезия-137 отмечаются в тальвеге (147,9 Бк/кг). Повышенная радиоактивность почвы – в притальвеговой зоне аккумуляции (активность цезия-137 увеличивается до 193 Бк/кг). В области блочных повышений активность цезия-137 отличается изменчивостью. Тем не менее, можно констатировать, что почва блоков характеризуется радиоактивностью, близкой к фоновым значениям (то есть выше, чем в тальвегах межблочных понижений).

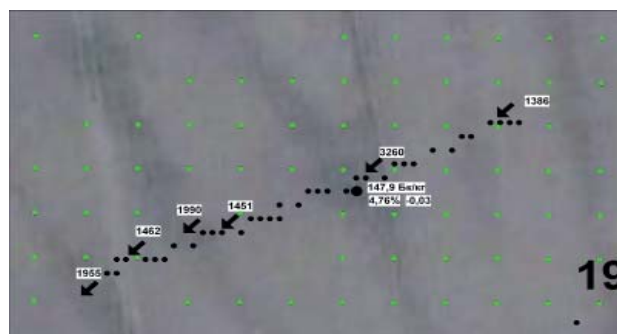


Рис.2. На космическом снимке светлые участки – блочные повышения (им соответствуют малые значения площади сбора по сравнению с соседними участками межблочных понижений). Светлые точки фиксируют отрицательную профильную кривизну (вогнутые участки, соответствующие зоне аккумуляции). 3260 кв м – площадь сбора для точки пробоотбора (точка большого диаметра), расположенной в тальвеге самого глубокого понижения, пересекаемого трансектой 113. В этой точке активность цезия-137 – 147,9 Бк/кг (одно из низких в пределах трансекты 113), содержание гумуса – 4,76% (выше, чем в области блока), профильная кривизна минус 0,03 (что свидетельствует о зоне аккумуляции в области вогнутой части склона).

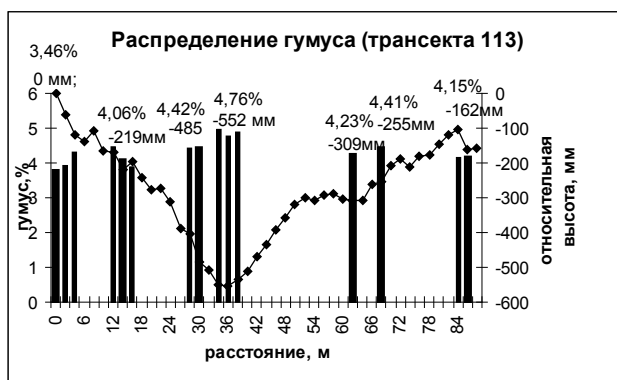


Рис. 3. Распределение гумуса вдоль трансекты 113. В тальвеге межблочного понижения – 4,76%, в притальвеговой зоне аккумуляции – 4,95%, в почве блока 4,15% -3,47%.

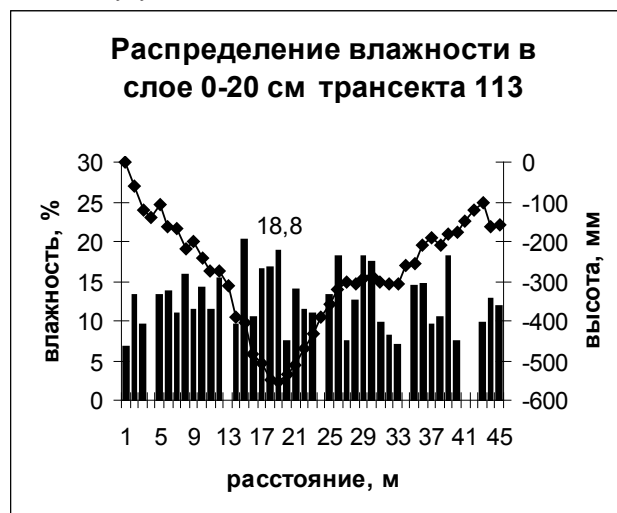
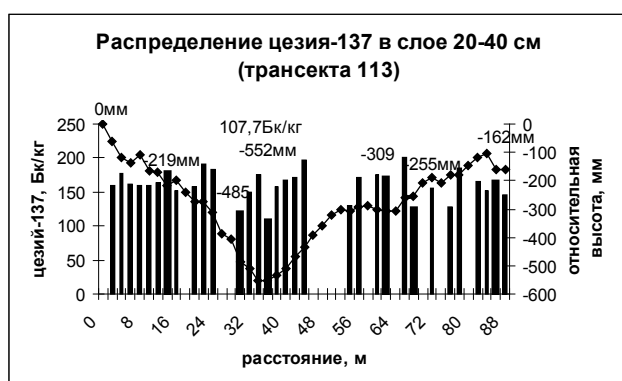
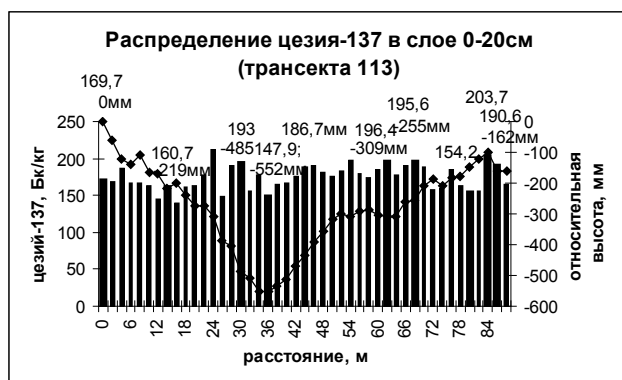


Рис. 4. Влажность почвы в межблочном понижении 18,8%. В почве блока – менее 7-13%.



Таким образом, мы обнаружили, что при обычных физико-химических характеристиках почвы, свойственных полигонально-блочному микрорельефу, радиозотоп цезий-137 ведет себя как маркер обычных эрозионных процессов. Он смывается вместе с почвой в тальвегах понижений (и вследствие припахивания менее загрязненной почвы подпахотного горизонта активность его (рис. 5-6) в слое 0-20 см снижается до 147 Бк/кг, и до 107,7 Бк/кг в слое 20-40 см).

Этот вывод подтверждает предположение, что и в условиях палеокриогенного микрорельефа активность цезия-137 может служить индикатором эрозионных процессов.

Это обстоятельство заставляет искать зависимости активности цезия-137 от морфометрических показателей рельефа отдельно для блочных повышений и тальвегов межблочных понижений.

Одной из задач настоящего исследования было получение значений интенсивности смыва почвы за период с 1986 года в тальвегах межблочных понижений. Выбор тальвегов был продиктован следующими соображениями. Как было показано выше (и как показал анализ литературных данных), поведение и гумуса и радиоцезия в области блочных повышений и в области тальвегов межблочных понижений отличается. Наиболее резко проявления эрозионных процессов характерны для тальвегов, что подтверждает и анализ активности цезия-137 в тальвегах понижений (рис. 3-5).

Именно тальвеги как система наиболее активного протекания процессов смыва была выбрана в качестве

модельной для изучения возможности использования морфометрических характеристик рельефа для расчета смыва.

Ранее [10] нами было показано, что послойный отбор проб почвы позволяет идентифицировать величину смытой почвы за период с 1986 года по настоящее время. Эти выводы были положены в основу настоящего анализа.

Обсуждение результатов. После исключения из анализа точек с аномально высокой радиоактивностью (обусловленных локальным выпадением частиц с повышенной радиоактивностью) и установления фоновой радиоактивности (в расчетах принята современная активность цезия-137 в области водораздельных пространств пахотного склона, равная 200 Бк/кг) были сформированы массивы данных по активности цезия-137, которые были подвергнуты статистическому анализу.

Анализ проводился в два этапа. На первом разрабатывались модели расчета активности цезия-137 в зависимости от морфометрических показателей. На втором рассчитывалась интенсивность смыва за период с 1986 по настоящее время.

И на первом, и на втором этапе поиск расчетных зависимостей производился в пределах относительно однородных совокупностей точек. А именно: отдельно велся поиск зависимости активности цезия-137 от площади сбора для тальвегов понижений и для гребневых участков блочных повышений.

На рис. 7 приведен график связи интенсивности смыва за период с 1986 года, т/га год, рассчитанной по результатам послойного (через 2 см) отбора проб почвы и их радиологического анализа, и по результатам расчета, согласно формуле (1) [6]. Поскольку в формулу (1) входит плотность сложения почвы, то в апреле 2013 года были отобраны пробы почвы для установления плотности сложения. Литературные данные [7] и результаты наших исследований позволили сделать вывод, что плотность сложения пахотного горизонта серых лесных почв в области блочных повышений изменяется от 0,87 до 1 г/см³, в области тальвегов понижений она колеблется около 1,1 г/см³.

В настоящей статье приводятся результаты сопоставления интенсивности смыва, рассчитанной по результатам послойного отбора проб почвы и рассчитанной по запасу цезия-137 в слое 0-22 см (таблица 1 и рис. 7).

Приводятся результаты использования в морфометрическом анализе двух морфометрических показателей: площади сбора (рассчитанной по методу DEMON [13]) и профильной кривизны [12]. Анализ карты профильной кривизны позволил выделить на склоновой поверхности «вогнутые террасы» (рис. 2,8), в пределах которых наблюдается аккумуляция почвенного материала (значения профильной кривизны отрицательные) и выпуклые участки, в пределах которых отмечается смыв (значения профильной кривизны положительные).

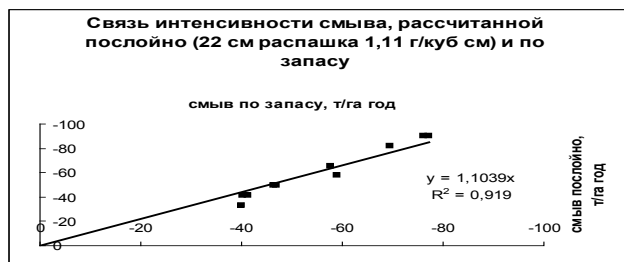


Рис. 7. Зависимость интенсивности смыва, рассчитанной по результатам послойного отбора проб почвы в микроручейковой сети и рассчитанной по запасу (при плотности серой лесной среднесуглинистой почвы 1,11 г/куб см, глубине распахки 20-22 см (в 1986г)).

Связь статистически достоверна при уровне значимости $P=0,05$. Коэффициент парной корреляции 0,96.

Полученная зависимость позволяет рассчитывать интенсивность смыва по измеренной активности цезия-137 в слое 0-20 см. Для расчета активности цезия-137 в тальвегах понижений на склоне южной экспозиции возможно использование зависимости на рис. 8 и 9.

Переход от активности цезия-137 к интенсивности смыва за период с 1986 года по настоящее время (27 лет) может быть произведен по формуле (1) [6]:

$$R = 10 \times BZ_p / (t - t_0) \times (A - 1), \quad (1)$$

где R – смыв, т/га год; B – плотность почвы, кг/куб м; Z_p – мощность пахотного горизонта (0,22 м); $(t - t_0)$ – период, прошедший с даты ЧАЭС до даты отбора проб почвы; A – отношение активности цезия-137 в точке пробоотбора к фоновой активности; 10 – коэффициент перехода к т/га.

Зависимость на рис. 7 показывает на наличие тесной связи между величиной интенсивности смыва, рассчитанной по результатам послойного отбора проб почвы в зоне смыва, и активностью цезия-137 в современном пахотном горизонте 0-20 см.

Этот вывод позволяет рассчитывать интенсивность смыва (т/га год) в точке пробоотбора по активности радиоцезия в слое 0-20 см. Погрешность расчета составит 10%.

В результате расчетов смыва для тальвегов понижений (представляющих собой тальвеги собирающих водосборов (рис.8)) была получена зависимость (рис.9).

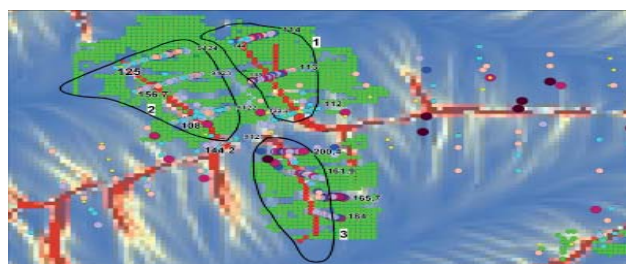
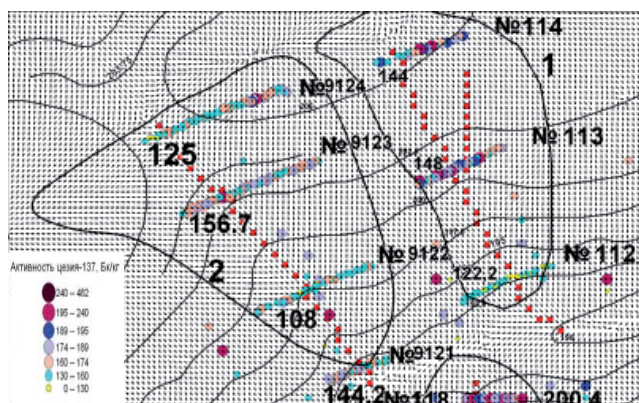


Рис. 8. Собирающие водосборы на склоне южной экспозиции. Справа – водосбор с глубиной расчленения до 80 см (его пересекают трансекты 112-114), слева – до 2,5 м (его пересекают трансекты 9121-9124). Точечная полоса вдоль тальвегов понижений – максимальная площадь сбора (рассчитанная по методу DEMON [13]). Отдельные точки – радиоактивность почвы в точках пробоотбора вне трансект. Стрелки на верхнем рисунке – линии тока, показывающие направления потоков почвы. На нижнем рисунке – фоном показана площадь сбора, точечный фон – вогнутая часть пахотного склона в пределах собирающих водосборов на склоне южной экспозиции (с отрицательными значениями профильной кривизны).

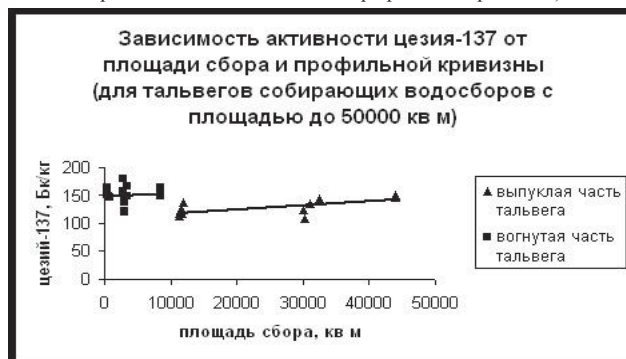


Рис. 9. Зависимость активности цезия-137 от площади сбора и профильной кривизны (отрицательной в области вогнутой части тальвега и положительной в области выпуклой части тальвега). Зависимость справедлива для тальвегов собирающих водосборов южной экспозиции с площадями в «замыкающих» створах ≤ 50000 кв м.

На рис.9 видно, что вогнутая часть склона в пределах экспериментальных водосборов занимает площадь до 10000 кв м. Это объясняется тем, что тальвеги водосборов в приводораздельной части склона (рис. 8) пересекают его вогнутую часть (с небольшими значениями площади сбора и отрицательными значениями профильной кривизны), в нижней части склона тальвеги пересекают выпуклую часть склона (с большими значениями площади сбора и положительными значениями профильной кривизны).

Активность цезия-137, как видно из графика на рис. 9, на 30-40% больше в пределах зоны аккумуляции (вогнутая часть тальвега). В таблице 1 приведены значения интенсивности смыва для самых глубоких участков трансект. Следует иметь в виду, что высокие значения смыва вовсе не свидетельствуют о том, что вся масса смытой почвы поступает в реку Сухую Орлицу. Она перераспределяется в зоне аккумуляции в балке. До реки доходит около 10% смытого почвенного материала.

На рис. 10 приведена зависимость для гребневых линий блочных повышений. Из рисунка становится ясно, что в области выпуклой части склона активность цезия-137 на гребнях блочных повышений ниже, чем на гребнях блочных повышений в области вогнутой части склона на 20-50%. Это объясняется сносом почвенно-

го материала, более интенсивным в области выпуклой части склона. Следует отметить слабую тесноту связи между активностью цезия-137 и площадью сбора для гребней блоков, расположенных в вогнутой части склона (точки, идентифицируемые номерами 2, 3, 4). Для выпуклой части склона коэффициент парной корреляции 0,69.

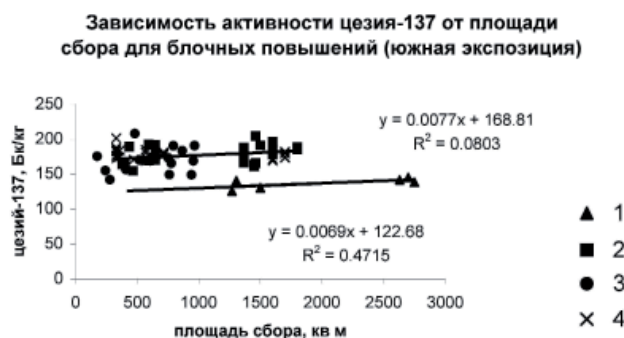


Рис. 10. Зависимость активности цезия-137 от площади сбора для водоразделов блочных повышений (идентифицировались гребневые линии блоков по локальным максимальным значениям площади сбора (см. рис. 2)). Точки пробоотбора в области выпуклой части склона – 1. Точки пробоотбора в области вогнутой части склона 2 (трансекты 112-114); 3 – точки пробоотбора вне трансект; 4 – (трансекты 9121-9124).

Как видно из таблицы, интенсивность смыва почвы в тальвегах понижений достаточно высока. При этом видно, что в зоне аккумуляции смыв меньше, в зоне выпуклой части склона смыв возрастает.

Вывод. Сопоставление пространственного распределения гумуса и цезия-137 с рассчитанным слоем смытой почвы показало, что в распределении смыва в пределах тальвегов межблочных понижений и на блочных повышениях выделяются две зоны. Первая – зона смыва, которая идентифицируется положительным знаком профильной кривизны. Вторая – зона аккумуляции смытого выше по склону почвенного материала. Она приурочена к участкам склоновой поверхности, описываемым отрицательной профильной кривизной.

Дифференцированный подход к анализу эрозионных процессов отдельно для тальвегов понижений и для блочных повышений с применением площади сбора и профильной кривизны, рассчитанных средствами ГИС, позволяют рассчитывать активность цезия-137 в тальвеге любого понижения на склоне южной экспозиции. Пересчет в смыв осуществляется по формуле, включающей плотность почвы и мощность пахотного горизонта.

Таблица 1.

Интенсивность смыва в тальвегах собирающих водосборов на склоне южной экспозиции (1986-2012 гг.)

№ трансекты	Положение на склоне	Цезий-137, Бк/кг	Профильная кривизна	Слой смытой почвы, т/га год
Склон южной экспозиции (слабо расчлененный водосбор)				
112	основание	122,2	+0,20 (интенсивный снос)	32,0000
113	ср. часть	148,0	-0,02 (аккумуляция)	21,4000
114	приводораздельная часть	144,0	+0,003 (снос)	23,0000
Склон южной экспозиции (глубоко расчлененный водосбор)				
9121	основание	144,2	-0,10 (аккумуляция)	22,9394
9122	ср. часть	108,0	+0,10 (снос)	37,8212
9123	приводораздельная часть	156,7	-0,13 (аккумуляция)	17,8006
9124	водораздел	125,0	+0,003 (снос)	30,8325

Библиографический список

- Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины. М.: ГЕОС, 2010. 160 с.
- Беляев В.Р. Влияние изменений природной среды на эрозионно-аккумулятивные процессы в овражно-балочной сети. Автореферат канд. дисс. М., 2004. 26 с.
- Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. М.: ГЕОС, 2006. 296 с.
- Долгополова Н.Н. Физическая и агрохимическая характеристика почв в условиях Центрально-черноземного государственного заповедника. Труды ЦЧГЗ, вып. 2. М., Колос, 1979. 416 с.
- Корниенко В.М. Микрорельеф и плодородие почв в черноземной зоне // Зап. Ленингр. с.-х. ин-та, 1956, вып. 11.
- Маркелов М.В. Современные эрозионно-аккумулятивные процессы в верхних звеньях гидрографической сети лесной и лесостепной зон. Автореферат канд. дисс. М., 2004. 26 с.
- Марусова Е.А. Влияние природных и антропогенных факторов на свойства пахотных серых лесных почв южного Подмосковья. Автореферат канд. дисс., М., 2005. 25 с.
- Сурмач Г.П. Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия и противозерозионные мероприятия. Волгоград, 1992. 175 с.
- Тимофеев Д.А. Геоморфологические и палеогеографические аспекты проблемы эрозии почв. В кн.: Размышления о фундаментальных проблемах геоморфологии. Избранные труды. М.: Медиа-Пресс. 2011. С. 296-317.
- Трофимец Л.Н., Паниди Е.А. Результаты изучения потерь почвы в элементах нерусловый эрозионной сети на пахотном склоне в ареале серых лесных почв бассейна Верхней Оки. // Ученые записки Орловского государственного университета, Серия «Естественные, технические и медицинские науки», Орел, 2013. №6 (56). С. 299-304.
- 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 33 Пленума Геоморфологической комиссии РАН. Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 2013. С. 211-216.
- Шарый П.А. Оценка взаимосвязей рельеф-почва-растения с использованием новых подходов в геоморфометрии. Автореферат канд. дисс. Путино, 2005. 25 с.

13. Mariza C. Costa-Cabral, Stephen J. Burges. Digital Elevation Model Networks (DEMON): A model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas. // Water Resources Research, Volume 30, Issue 6, pages 1681–1692, January 1994. DOI: 10.1029/93WR03512

References

1. Alifanov V.M., Gugalinskaya L.A., Ovchinnikov Yu. PALEOCRYOGENESIS variety of soils and center of the East European Plain. M. GEOS, 2010. 160 p.
 2. Belyaev V.R. Impact of environmental changes on the erosion- accumulative processes in ravine network. Ph. D. . diss . Moscow, 2004. 26 .
 3. Golosov V.N. Erosion- accumulative processes in river basins cultivated plains. GEOS, Moscow, 2006. 296 p.
 4. Dolgoplova N.N. Physical and agrochemical characteristics of soils in the conditions of Central Chernozem State Reserve. TSHGZ Proceedings, vol. 2 . - Moscow , Kolos , 1979 . 416 p.
 5. Kornienko V.M. Microrelief and soil fertility in the chernozem zone // Zap. Leningrad . agricultural Inst , 1956 , vol. 11.
 6. Markelov M.V. Modern erosion- accumulative processes in the upper echelons of the hydrographic network of forest and forest-steppe zones. Ph. D. . diss . Moscow, 2004 . 26 p.
 7. Marusova E.A. Influence of natural and anthropogenic factors on the properties of arable gray forest soils of the southern suburbs. Ph. D. . diss ., Moscow, 2005 . 25 p.
 8. Surmach G.P. Relief formation, the formation of steppe, modern erosion and anti-erosion measures . Volgograd , 1992 . 175 .
 9. Timofeev D.A. Geomorphological and paleogeographic aspects of soil erosion. In the book: Reflections on fundamental problems of geomorphology . Selected Works. M. : Media -Press . 2011 . Pp. 296-317 .
 10. Trofimets L.N., E.A. Panidi. The results of the study of soil loss in the elements neruslovoy erosion on arable network slope in the area of gray forest soils of Upper Oka basin . // Scientific notes of Orel State University , series “ The natural , technical and medical science,” Orel, 2013 . № 6 (56) . Pp. 299-304 .
 11. Trofimets L.N., Panidi E.A. Features of transformation field activity of cesium-137 Chernobyl origin on the arable slope of the southern exposure complicated by the topographical relic, in the basin of the Upper Oka. Geomorphology and Cartography: Materials of the 33 Plenum of Geomorphological Commission of RAS. - Saratov: Saratov University Press, 2013 . Pp. 211-216 .
 12. Shary P.A. Assessment of interrelations of relief -soil- plant using new approaches in geomorphometry . Author’s abstract in candidate dissertation. Pushchino, 2005 . 25 p.
 13. Mariza C. Costa-Cabral, Stephen J. Burges. Digital Elevation Model Networks (DEMON): A model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas. // Water Resources Research, Volume 30, Issue 6, pages 1681–1692, January 1994. DOI: 10.1029/93WR03512
-

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) – доктор педагогических наук, профессор, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, Орловский государственный университет;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) – доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе, Орловский государственный университет;

ДУДИНА Е.Ф. (ученый секретарь редакционно-издательской коллегии) – кандидат филологических наук, руководитель научного отдела, Орловский государственный университет;

АЛЕКСЕЕВ А.П. – доктор философских наук, профессор, зав. кафедрой гуманитарных дисциплин, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова;

АРСЕНТЬЕВА Н.Н. – доктор филологических наук, профессор Гранадского университета (Испания);

АРОНОВА С.А. – доктор экономических наук, доцент, декан факультета экономики и управления, Орловский государственный университет;

ВИДМАРОВИЧ Н.П. – доктор филологических наук, профессор кафедры русского языка, Загребский университет (Хорватия);

ГАЙДАР В.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и репродукции карпатских пчел, Институт им. П.И. Прокоповича (Украина);

ГЕЛЛА Т.Н. – доктор исторических наук, профессор, декан исторического факультета, зав. кафедрой всеобщей истории, Орловский государственный университет;

ИВАНОВ А.Е. – доктор исторических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт российской истории РАН;

ИСАЕВА Н.И. – доктор психологических наук, профессор, декан факультета психологии, Белгородский государственный университет;

КАПУСТИН А.Я. – доктор юридических наук, профессор, руководитель Центра сравнительно-правовых исследований и Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ;

ЛАМАН Н.А. – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией роста и развития растений, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича (Белоруссия);

ЛЬВОВА С.И. – доктор психологических наук, профессор, зав. лабораторией обучения русскому (родному) языку, Институт содержания и методов обучения Российской академии образования;

МАЙМЕСКУЛОВА А.Л. – доктор наук, экстраординарный профессор университета Казимира Великого, Институт нефилологии и прикладной лингвистики (Польша);

НИКИФОРОВ В.А. – доктор юридических наук, зав. кафедрой международного и международного частного права, Орловский государственный университет;

ОСКОТСКАЯ Э.Р. – доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой химии, Орловский государственный университет;

ПАСТЕРНАК Е.Л. – доктор филологических наук, доцент кафедры французского языкознания, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова;

ПАХАРЬ Л.И. – доктор философских наук, профессор, зав. кафедрой философии и культурологии, Орловский государственный университет;

ПИВЕНЬ В.Ф. – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической физики и математического моделирования, Орловский государственный университет;

ПОГОСЯН В.А. – доктор исторических наук, зав. отделом геноцидологии, Институт арменоведческих исследований, Ереванский государственный университет (Армения);

ПОНШОН Т. – доктор филологических наук, профессор, Реймский университет Шампань-Арденн, член научно-исследовательской группы «Наука, текст, информатика, история» (Франция);

САВИНА Е.А. – доктор философии, университет Джеймса Мэдисона (США);

САМБЕТБАЕВ А.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Институт ветеринарии и животноводства (Казахстан);

СИСКОС Е. – доктор экономических наук, профессор, проректор по международным связям и магистерским программам, Технологический Институт (Греция);

СОФИАДИС Н. – профессор физиологии, Фракийский университет им. Демокрита (Греция);

СУЯРКУЛОВ Ш.Р. – кандидат сельскохозяйственных наук, председатель, Ферганский областной союз пчеловодов (Узбекистан);

ТАМИН М. – доктор филологических наук, почетный профессор, Реймский университет Шампань-Арденн (Франция);

УМАН А.И. – доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой общей педагогики, Орловский государственный университет;

ЧЕКОВА-ДЕМИТРОВА И. – кандидат филологических наук, доцент, кафедра русской литературы, Софийский университет «Свято Климента Охридского» (Болгария);

ЧЕЛЫШЕВА И.И. – доктор филологических наук, профессор, зав. отделом индоевропейских языков, зав. сектором романских языков, Институт языкознания РАН;

ШИ ХУНШЕН – профессор Аньхойского университета, директор Центра по изучению России, главный редактор научного журнала «Изучение России» (Китай);

ЯМАГУЧИ Р. – доктор филологических наук, Институт иностранных языков г. Кобэ (Япония).

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ

АВДЕЕВ Ф.С. (главный научный редактор) – доктор педагогических наук, профессор, председатель докторского диссертационного совета по методике математики и профессиональному образованию, Орловский государственный университет;

ПУЗАНКОВА Е.Н. (заместитель главного научного редактора) – доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе, Орловский государственный университет;

ДУДИНА Е.Ф. (ученый секретарь редакционной коллегии) – кандидат филологических наук, руководитель научного отдела, Орловский государственный университет;

БИЛИНСКИЙ М. – зав. лабораторией шмелеводства, Польский научно-исследовательский институт пчеловодства (Польша);

ВИШНЕВСКИЙ В.И. – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой внутренних болезней, Орловский государственный университет;

ГАЙДАР В.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и репродукции карпатских пчел, Институт им. П.И.Прокоповича (Украина);

ГОРПИНИЧ А.Б. – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общей хирургии и анестезиологии, Орловский государственный университет;

ЗАРУБИН А.Н. – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой математического анализа и дифференциальных уравнений, Орловский государственный университет;

ЗАТОЛОКИН В.Д. – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой анатомии человека, оперативной хирургии и топографической анатомии;

КОЛЕСНИКОВА А.Ф. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения и прикладной биологии, руководитель НИИ естественных наук, Орловский государственный университет;

ЛАДНОВА Г.Г. – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой экологии и общей биологии, Орловский государственный университет;

ЛАМАН Н.А. – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией роста и развития растений, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича (Белоруссия);

СОФИАДИС Н. – профессор физиологии, Фракийский университет им. Демокрита (Греция);

ПУЗИНА Т.И. – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой экологии и общей биологии, Орловский государственный университет;

РЕПИН О.А. – доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой, Самарский экономический университет;

САМБЕТБАЕВ А.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор, Институт ветеринарии и животноводства (Казахстан);

СЕДОВ Е.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. отделом селекции семечковых культур Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур;

СНИМЩИКОВА И.А. – доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института, Орловский государственный университет;

СУЯРКУЛОВ Ш.Р. – кандидат сельскохозяйственных наук, председатель, Ферганский областной союз пчеловодов (Узбекистан);

ТЫРТЫШНИКОВ Е.Е. – доктор физико-математических наук, профессор, зам. директора, Институт вычислительной математики Российской академии наук;

ФЕДОТОВА И.Э. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой почвоведения и прикладной биологии, Орловский государственный университет;

ШАБАНОВ Н.К. – доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики преподавания изобразительных искусств, Курский государственный университет.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Общие правила. Статья объемом 4-15 страниц набирается в текстовом редакторе MS-Word 97–2003 *.doc (**версия MS-Word 2007*.docx, *.docm не принимается!!!**) либо RTF и называется по фамилии автора, предоставляется в редакцию в электронном виде, идентичном печатной версии, одним файлом и на бумаге формата A4. Размер шрифта 14 pt, через один интервал **без переносов**. **Пробелы и табуляция в начале абзаца недопустимы!** Параметры документа: верхнее поле – 25мм, нижнее – 25 мм, правое – 25 мм, левое – 25 мм.

К статье обязательно прилагаются: универсальная десятичная классификация (УДК), инициалы и фамилия автора (авторов), название статьи, аннотация (40-50 слов), ключевые слова (5-6 слов), библиографический список (References), не более 10 источников. В статье-обзоре – не более 30 источников.

Вся информация предоставляется **на русском и английском языках**. Сведения об авторе (авторах): учёная степень, учёное звание, должность, кафедра, вуз, электронный адрес и контактный телефон (**без сокращений**) помещаются в начале статьи после фамилии автора (авторов). **Важно! Авторское право оформляется перечислением фамилий всех авторов через запятую.**

Формулы и специальные символы (например, греческие буквы) в статье набираются текстом (пункт меню «Вставка – Символ – Symbol»), кеглем 10 pt. Для сложных формул используется редактор формул Math-type 5.0 и ниже. Длина формулы вместе с номером не должна превышать 8 см. **Таблицы** в тексте набираются стандартными средствами MS-Word (пункт меню «Таблица – Добавить таблицу»). Таблица должна иметь заголовок и ссылку в тексте статьи. Ширина таблицы – 82 или 170 мм, шрифт в таблице – 9 pt.

Иллюстрации. Каждый рисунок должен быть представлен отдельным файлом (форматы: *.tif, *.jpg, *.pdf, *.eps, *.ai). **В MS-Word не вставлять! Рисунки и графики** должны иметь чёткое изображение и быть выдержаны в чёрно-белой гамме. Графики, содержащие серые заливки, должны быть заменены на штриховку или на черную/белую заливку. Графики, схемы и диаграммы следует выполнять в формате MS-Excel (*.doc) и MS-Word (*.xls). Также для изготовления графиков, схем и диаграмм подходит векторный графический редактор: Adobe Illustrator (*.ai). Надписи на рисунках выполняются шрифтом Times New Roman 8 pt. Толщина линий на рисунках должна быть не менее 0,5 pt. Ширина графика, схем или диаграмм – 82 или 170 мм.

Рисунки-фотографии, полученные с цифровой камеры, и другие растровые изображения, на которых отсутствует какой-либо текст, представляются в виде файлов формата *.tif или *.jpg без сжатия (разрешение не менее 300 dpi). Подписи к рисункам размещаются в тексте статьи. Все рисунки должны быть пронумерованы и иметь названия.

Иллюстрации, выполненные в графическом редакторе Paint, не принимаются, т. к. данный редактор не обеспечивает необходимого качества после сохранения файла.

Запрещается вставлять в статью сканированные рисунки (графики, диаграммы)!

При несоблюдении указанных требований к иллюстрациям редакция оставляет за собой право рисунок удалить или отклонить статью.

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. Библиографические списки должны быть переведены на английский язык.

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 её названия) приводятся город (где она издана), после двоеточия – название издательства, после запятой – год издания. Если ссылка даётся 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 её выходные данные.

В библиографическом описании статьи из журнала (после её названия) приводятся название журнала, через точку – год издания, затем после точки – номер отечественного журнала (для иностранных журналов номер тома), после заглавной буквы "С" с точкой помещаются цифры первой и последней (через тире) страниц и ставится точка.

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 несёт автор (авторы). Поступившие в редакцию материалы возврату не подлежат.

Статья, содержащая некачественный перевод, и/или перевод, сделанный через электронный переводчик, будет отклонена.

Редакция не осуществляет перевод.

Статьи лиц, не имеющих учёной степени, заверяются их научными руководителями и печатью организации.

Редколлегия оставляет за собой право сокращать и редактировать статьи. Статьи, оформленные не в соответствии с указанными требованиями, отклоняются без рассмотрения.

Ученые записки Орловского государственного университета.
Серия «Естественные, технические и медицинские науки»: научный журнал. – Орёл: изд-во
ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет». – 2014. – №3(59). – 321 с

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 20.06.2014 г. Формат 60х80 1/8
Печать оперативная. Бумага офсетная. Гарнитура Times
Объем 40,13 усл. п. л. Тираж 1000 экз. Заказ № 37
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